

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA TERAPIA FÍSICA

**VALORACIÓN CLÍNICA-FISIOTERAPÉUTICA DEL PIE EN LOS
(AS) NIÑOS (AS) DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD DE UNA ESCUELA
FISCAL MIXTA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE LA CIUDAD
DE QUITO EN EL PERIODO DE ENERO A MAYO DEL 2011
“PROPUESTA EDUCATIVA”**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

ELABORADO POR

FRANKLIN GUAMANÍ VÁSQUEZ

QUITO, JUNIO 2011

DEDICATORIA

El crecimiento, proceso natural cual programación perfecta celular de un organismo vivo, el crecimiento humano como interpretarlo, tal vez será conocimiento, humildad, sencillez y sobre todo humanidad. Cómo saber, si es lo correcto, cómo saber si es lo primordial, cómo saber que eres humano.

La mirada de un paciente cambia un futuro, la voz apagada de una persona en sufrimiento guía a un camino, la caricia de una madre a su niño es una fuerza. Gracias Dios por permitir conocer la mirada de un paciente, la voz de un enfermo, la caricia de una madre, Gracias Dios por saber quién soy y lo más importante Gracias Dios por mantenerme bajo el manto de Mi Madre "Grimi".

En la dedicatoria de mi disertación, quiero honrar a cada uno de esas personas anónimas que fortalecieron ese don de servir, ese valor de respeto y una cultura de conocimiento, gracias por ser una luz en mi corazón.

¿Por qué dedicatoria? Y no un homenaje a Dios, ser invisible para muchos, pero para mí realidad hecha amor, como no homenajear al ser que me entregó a su hija para ser mi madre, como no homenajear al ser que me invitó a ser hermano y tío, como no homenajear al ser que me enseñó a ser humano.

Para terminar quiero reescribir una escrito que fue redactado en una aula de la PUCE y con un profesor que se merece toda mi admiración.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por indicarme el camino, guiarme por su sendero, cobijarme con su voz, permitirme ser hijo, ayudarme a ser hermano y entregarme a mi pequeña.

A mi madre, ser incondicional, amiga fiel, padre guiador, y sobre todo gracias por permitirme ser tu hijo Madre.

A mi Gran familia, y un especial reconocimiento a mi Abuelita y Tío Celiano, Tío cual mi mentor “Viva la Espejo Carajo”

A la Plantel Educativa, que me brindó todas las facilidades para el desarrollo de la investigación y principalmente quiero dedicar, no solo un agradecimiento, si no mi respeto a todos/as los/as niños/as que me permitieron formar parte por un instante de sus recuerdos.

A mis maestros, profesores, catedráticos, docentes sinónimos miles, agradecimiento y respeto uno solo. Preámbulo para gratificar a mi directora de disertación Lic. Silvia Varela por su tiempo, palabras, experiencia y sobre todo por ser una verdadera Maestra.

Y por último, pero no menos importante a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, por permitir mi crecimiento espiritual, académico y humano.

Sin Izquierda

La mano izquierda, solo por imagen corporal o compañera de la derecha o cual alma solitaria en espera de su complemento.

¿Por qué siento soledad?, a caso ya no tengo vida,
¿Por qué el tiempo pasa por mi piel?, y siento que estoy sola.

El olvido como un sentimiento, pero mi mano izquierda, mi corazón olvidado, solo una pequeña voz se escucha hecha letras, entre letras torcidas, cada letra, cada voz es un grito de soledad.

¿Dónde estás soledad?, que ya no siento mi mano izquierda

No olviden nunca, **“Un corazón que ama, son unas manos que sanan”**

FRA. KBV.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	4
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
5. MARCO TEÓRICO	17

CAPITULO I

1	ANATOMÍA DEL PIE	17
1.1	Generalidades Anatómicas.....	17
1.2	Anatomía Ósea.....	18
1.2.1	Tarso	18
1.2.1.1	Astrágalo	18
1.2.1.2	Calcáneo	19
1.2.1.3	Cuboides	20
1.2.1.4	Escafoides	21
1.2.1.5	Cuneiformes	22
1.2.2	Metatarso.....	23
1.2.3	Falanges.....	24
1.3	Anatomía muscular.....	24
1.3.1	Región Dorsal.....	25
1.3.2	Región Plantar.....	25
1.3.2.1	Región Plantar Interna.....	25

1.3.2.2	Región Plantar Media	27
1.3.2.3	Región Plantar Externa.....	29
1.4	Anatomía Ligamentaria.....	30
1.5	Anatomía Articular	30
1.6	Sistema Sensorial.....	32
1.6.1	Receptores Plantares	32
1.6.1.1	Sensibilidad Superficial.....	33
1.6.1.2	Sensibilidad Profunda.....	33
1.6.2	La Trasmisión de Información	34
1.7	Morfología del Pie.....	34
1.7.1	Fórmula Metatarsal.....	35
1.7.2	Fórmula Digital.....	36

CAPITULO II

2	BIOMECÁNICA DEL PIE	38
2.1	Arquitectura del Pie	38
2.2	Características del Pie a Nivel Funcional	39
2.2.1	Elevados Niveles de Movilidad	40
2.2.2	Estructura Propioceptiva.....	40
2.2.3	Relación con Estructuras Corporales Adyacentes.....	41
2.2.4	Sistema Amortiguador	42
2.2.4.1	Mecanismos que actúan sobre el sistema da amortiguación plantar.....	42
2.2.5	Bóveda Plantar.....	45
2.2.5.1	Estabilidad de la Bóveda Plantar	46
2.3	Disposición Trabecular Óseo.....	51
2.3.1	Apoyos del Pie	53
2.3.1.1	Apoyo Metatarsal.....	53
2.3.1.2	Teorías de Apoyo Plantar	54
2.3.1.3	Distribución de las Cargas a Nivel Plantar.....	55
2.4	Líneas de Fuerza.....	58
2.5	Principio del Equilibrio	59
2.6	Principio de los Movimientos Integrados	59

2.7	Los Músculos y el Movimiento	59
2.8	Cinemática Específica del Pie	61
2.8.1	Articulaciones del Movimiento	63
2.8.1.1	Articulación Tibioperoneoastragalina.....	63
2.8.1.2	Articulación de los Dedos	63
2.8.2	Articulaciones de Acomodación.....	64
2.8.2.1	La Articulación Subastragalina	64
2.8.2.2	La Articulación de Chopart	65
2.9	Marcha Humana	65
2.9.1	El Ciclo de la Marcha.....	66
2.9.1.1	Fases del Ciclo de la Marcha	66
2.9.1.2	Tiempos de la Marcha	67
2.9.2	Cinemática de la Marcha en Plano Sagital	69
2.9.3	Cinética del Pie.....	74
2.9.4	Fisiología del Pie	77

CAPÍTULO III

3	EL PIE UNA UNIDAD.....	79
3.1	Alteraciones del Pie	79
3.1.1	Alteraciones Posicionales.....	80
3.1.1.1	Plano Frontal	80
3.1.1.2	Plano Transverso.....	81
3.1.1.3	Plano Sagital	82
3.1.2	Alteraciones Estructurales	83
3.1.2.1	Pie Plano	83
3.1.2.2	Pie Cavo	92
3.1.2.3	Pie Zambo	98
3.2	Alteraciones Posturales y la Repercusión sobre el Pie.....	99
3.2.1	Alteraciones Posturales de la Columna Vertebral	99
3.2.2	Clasificación de Alteraciones Posturales, según los Planos Anatómicos.....	100
3.2.3	Alteraciones Posturales de la Pelvis.....	102
3.2.4	Alteraciones Posturales de la Cadera.....	104
3.2.5	Alteraciones Posturales de la Rodilla	106

3.2.6	Alteraciones Posturales del Tobillo.....	107
3.2.7	Alteraciones Posturales del Pie	109

CAPÍTULO IV

4	MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO	113
4.1	Métodos Complementarios de Análisis del Pie.....	113
4.1.1	Podoscopio.....	113
4.1.2	Pedígrafo	114
4.1.3	Fotopodograma	114
4.1.4	Radiología	115
4.1.5	Sistema Opticométrico o Podocomputer	115
4.1.6	Plataforma de presiones o Podómetro Electrónico Pel 38.....	116
4.1.7	Plataforma de Fuerzas	116
4.2	Valoración de la Huella Plantar	117
4.2.1	Índice de la Huella Plantar según Hernández Corvo	119
4.3	Valoración Clínica del Pie.....	120
4.3.1	Goniómetro Gravitatorio y Rotacional.....	120
4.3.2	Goniómetro Multiuso.....	120
4.3.3	Exploración Articular y Muscular del Pie.....	120
4.3.4	Test de Jack	121
4.3.5	Test de Fonseca	121
4.3.6	Balance de la Musculatura Extrínseca.....	121
4.4	Tratamiento de las Principales Alteraciones del Pie	122
4.4.1	Pie Plano	123
4.4.1.1	Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Plano	123
4.4.1.2	Tratamiento Quirúrgico del Pie Plano Flexible.....	126
4.4.1.3	Tratamiento Post-Quirúrgico del Pie Plano y del Pie Plano Congénito	127
4.4.2	Pie Valgo	128
4.4.2.1	Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Valgo	128
4.4.2.2	Tratamiento Quirúrgico del Pie Valgo	129
4.4.3	Pie Varo	129
4.4.3.1	Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Varo.....	129
4.4.3.2	Tratamiento Quirúrgico del Pie Equino-Varo Congénito	130

4.4.4	Pie Cavo	131
4.4.4.1	Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Cavo	131
4.4.5	Tratamiento Ortopédico del Pie Cavo.....	132
4.4.6	Tratamiento Quirúrgico del Pie Cavo.....	133
4.5	Ergonomía del Pie	134

CAPÍTULO V

5	METODOLOGÍA.....	137
----------	-------------------------	------------

CAPÍTULO VI

6	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	145
----------	---	------------

CAPÍTULO VII

7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
7.1	Conclusiones	180
7.2	Recomendaciones	183
6.	BIBLIOGRAFÍA	186
7.	ANEXOS	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Huesos del Pie. Cara Superior Interna	18
Figura 2.	Huesos del Pie. Cara Lateral Externa	23
Figura 3.	Huesos del Pie. Cara Interna Plantar	24
Figura 4.	Músculos de la Región Plantar	25
Figura 5.	Músculos de la región Plantar (Plano superficial).....	26
Figura 6.	Tipos de Nervios. Sistema Somato Sensorial	34
Figura 7.	Fórmula Metatarsal	35
Figura 8.	Fórmula Digital Esquemática.....	36
Figura 9.	Fórmula Digital Real.....	37
Figura 10.	Bóveda Plantar	45
Figura 11.	Distribución de Cargas Plantares Esquema	56
Figura 12.	Distribución de Cargas Plantares	58
Figura 13.	Líneas de fuerza.....	59
Figura 14.	Imagen Tarsal	60
Figura 15.	Articulaciones de movimiento y adaptación del pie	63
Figura 16.	Biomecánica de las articulaciones de los dedos	64
Figura 17.	Tiempos de la Marcha.....	67
Figura 18.	Estructura temporal del ciclo de la marcha.....	68
Figura 19.	El pie en Intervalo 1	69
Figura 20.	Rodilla en intervalo 1	70
Figura 21.	Cadera en intervalo 1	70
Figura 22.	División de la marcha adaptada de Perry.....	71
Figura 23.	Balanceo del talón.....	72
Figura 24.	Balanceo del tobillo	72
Figura 25.	Balanceo de los metatarsianos	73
Figura 26.	Preparación para el despegue de los dedos del pie.....	75
Figura 27.	Alteraciones en el plano frontal	75
Figura 28.	Pie abducto y pie adducto	76

Figura 29. Alteraciones del apoyo posterior: valgo y varo	76
Figura 30. Valgo y varo del pie	77
Figura 31. Pie Talo	80
Figura 32. Pie Equino	81
Figura 33. Pie Plano	81
Figura 34. Pie cavo Posterior	81
Figura 35. Pie cavo anterior	82
Figura 36. Desnivelación de Leliévere.....	82
Figura 37. Pie cavo mixto	89
Figura 38. Pie cavo.....	92
Figura 39. Diagrama de Pie Zambo	94
Figura 40. Alteraciones Postulares.....	95
Figura 41. Inclinación lateral.....	96
Figura 42. Tarso Posterior: Valgo evertido y varo invertido.....	97
Figura 43. Imagen de Podoscopio.....	98
Figura 44. Imagen de Huella Plantar	100
Figura 45. Imagen de Fotopodograma	101
Figura 46. Radiografía bilateral del dorso plantar en bipedestación.....	111
Figura 47. Huella Baropodográfica bilateral	113
Figura 48. Imagen de Huella baropodográfica en plataforma de presiones	114
Figura 49. Gráfica de plataforma de fuerzas dinámicas	115
Figura 50. Valoración de fotopodograma. Paso 1	115
Figura 51. Valoración de fotopodograma. Paso 2	116
Figura 52. Valoración de fotopodograma. Paso 3	116
Figura 53. Valoración de fotopodograma. Paso 4	117
Figura 54. Imagen de Goniómetro gravitatorio	117
Figura 55. Imagen de exploración articular del pie	118
Figura 56. Test de Jack	118
Figura 57. Test de Fonseca.....	119
Figura 58. Imagen de exploración de la musculatura extrínseca del pie	120

ÍNDICE DE GRÁFICAS ESTADÍSTICAS

Gráfico 1.	Distribución de los participantes por Género.....	146
Gráfico 2.	Distribución de los participantes por grupo étnico	147
Gráfico 3.	Distribución del Tipo de dedos en la población en estudio (pie derecho)	148
Gráfico 4.	Distribución del Tipo de dedos en la población en estudio (pie izquierdo).....	149
Gráfico 5.	Distribución de la predisposición al Hallux Valgus (pie derecho)	150
Gráfico 6.	Distribución de la predisposición al Hallux Valgus (pie izquierdo).....	150
Gráfico 7.	Distribución de los participantes por la Longitud (pie derecho) ..	152
Gráfico 8.	Distribución de los participantes por la Longitud (pie izquierdo).	158
Gráfico 9.	Frecuencia del Nivel de Impresión de los dedos del pie (pie derecho)	158
Gráfico 10.	Frecuencia del Nivel de Impresión de los dedos del pie (pie izquierdo).....	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valoración Fotopodograma según Hernández Corvo.....	119
Tabla 2.	Distribución de la Forma del pie en la población en estudio.....	148
Tabla 3.	Distribución del tipo de pie según el Índice de Hernández Corvo (pie derecho)	153
Tabla 4.	Distribución del tipo de pie según el Índice de Hernández Corvo (pie izquierdo).....	154
Tabla 5.	Distribución del tipo de pie según el Índice de Hernández Corvo Global (pie derecho)	154
Tabla 6.	Distribución del tipo de pie según el Índice de Hernández Corvo Global (pie izquierdo)	155
Tabla 7.	Distribución del Índice de Masa corporal (IMC)	157
Tabla 8.	Prevalencia de Bilateralidad de las alteraciones estructurales del pie	159
Tabla 9.	Relación entre el Tipo de pie y el Género (pie derecho)	160
Tabla 10.	Relación entre el Tipo de pie y el Género (pie izquierdo).....	161
Tabla 11.	Relación entre el tipo de pie y el grupo étnico (pie derecho).....	162
Tabla 12.	Relación entre el tipo de pie y el grupo étnico (pie izquierdo)	162
Tabla 13.	Relación entre el tipo de con el desvió del talón y el género femenino (pie derecho).....	163
Tabla 14.	Relación entre el tipo de con el desvió del talón y el género masculino (pie derecho)	164
Tabla 15.	Relación entre el tipo de con el desvió del talón y el género femenino (pie izquierdo)	165
Tabla 16.	Relación entre el tipo de con el desvió del talón y el género masculino (pie derecho)	165
Tabla 17.	Relación de la Forma del pie y el tipo de pie según Hernández Corvo (Pie derecho)	166

Tabla 18. Relación de la Forma del pie y el tipo de pie según Hernández Corvo (Pie izquierdo).....	167
Tabla 19. Relación entre la presencia de sintomatología y el tipo de (Pie derecho)	168
Tabla 20. Relación entre la presencia de sintomatología y el tipo de (Pie izquierdo).....	168
Tabla 21. Relación del test de Fonseca y el Tipo de Pie (pie derecho).....	169
Tabla 22. Relación del test de Fonseca y el Tipo de Pie (pie izquierdo)	170
Tabla 23. Relación de la Hiperlaxitud y el Tipo de Pie (pie derecho)	170
Tabla 24. Relación de la Hiperlaxitud y el Tipo de Pie (pie izquierdo).....	171
Tabla 25. Relación del Test de Jack y el tipo de Pie (pie derecho)	172
Tabla 26. Relación del Test de Jack y el tipo de Pie (pie izquierdo)	172
Tabla 27. Relación del IMC y el Tipo de Pie (pie derecho)	173
Tabla 28. Relación del IMC y el Tipo de Pie (Pie izquierdo)	175

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Evaluación	187
Anexo 2. Curvas del IMC.....	189
Anexo 3. Formato de la Base de Datos Epi-Info 2002.....	190
Anexo 4. Representación Gráfica de la Huella plantar con Mediciones	192

INTRODUCCIÓN

“En el ser humano, el pie es el único contacto con la madre Gea”.¹ La particularidad del ser humano es la locomoción, que conllevó grandes cambios en el diseño anatómico global, destacando cambios en la postura y la zona de sustentación.

El pie constituye el extremo terminal del miembro inferior, la continuación de la pierna que finaliza en el extremo con los dedos. El Pie es un complejo osteoarticular, formado por un número de 26 huesos sin contar con un número variable de huesos sesamoideos; que se encuentran unidos entre sí por medio de un sistema ligamentario y muscular que en conjunto permitirá la funcionalidad articular global, adquiriendo propiedades de movilidad y la estabilidad.

El pie como sistema funcional, Gómez Oliveros (2006) manifiesta que el pie es una realidad morfológica integrada en una organización tridimensional variable y altamente especializada, conjugando dos misiones contrapuestas el soporte (estática) y el movimiento (dinámica), por tal motivo, el pie es considerado un soporte de la posición bípeda, que posee un mecanismo de propiocepción desarrollado en la planta del pie por medio de receptores cutáneos que le permiten la transmisión de la información al Sistema Nervioso Central. Al mismo tiempo se encuentra diseñado para efectuar una serie de actividades físicas fundamentadas en el soporte carga (peso corporal) y la deambulación; argumentos primordiales para la comprensión de la biomecánica del pie, que da explicación a las funciones de movilidad, propiocepción, relación con estructuras corporales adyacentes y sistema de amortiguación dinámico.

¹ Núñez Samper. (2007). M. Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie. Segunda Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.

El concepto de bóveda plantar más que un conjunto arquitectónico de todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie, es una excavación tarsometatarsiana, que le permiten formar al pie tres arcos plantares: uno transversal y dos laterales fundamentando las teorías del apoyo plantar, el conocimiento de la bóveda plantar, cobra importancia a nivel del pie pediátrico, puesto que es una de las posibles explicaciones de las alteraciones del pie en edades tempranas.

Es primordial el conocimiento de bases biomecánicas de la marcha como proceso aprendido, sometido a variaciones evolutivas en el ser humano, por ello el pie juega un papel fundamental en la adquisición, adaptación, y ejecución de la deambulación. Proceso que conllevó a la adaptación del pie, por medio de un mayor volumen y longitud del tarso y una reducción de los dedos, estableciendo la relación equivalente entre la longitud del metatarso y los dedos con respecto a la longitud del tarso. Dicha longitud entre los metatarsianos y los dedos, a dando paso a la clasificación morfológica del pie por medio de las fórmulas digital y metatarsal.

Moreno de la Fuente, J. (2003), determina que los movimientos del pie no son exclusivos a un plano, por lo tanto las deformidades y alteraciones posturales que se producen en el pie, lo hacen con la participación de distintos ejes y distintos planos. Se marcará en la disertación las posibles alteraciones y deformidades del pie (pie plano, pie valgo, pie varo, pie cavo, etc.); tomando en cuenta al pie como una unidad, que puede conllevar a modificaciones posturales de estructuras anatómicas vecinas.

Como agentes de salud encargados de llevar al bienestar máximo de nuestros pacientes, se tratará de ilustrar las técnicas e instrumentos de análisis del pie, tomando en cuenta consideraciones de aceptación del paciente, economía, sensibilidad y especificidad de cada una de las técnicas de análisis actuales, abriendo un abanico de posibilidades diagnósticas.

Se deja en claro que todas las alteraciones pie, son susceptible de un posible tratamiento conservador y de igual forma que con los instrumentos

diagnósticos, se debe considerar el juicio personal de cada uno de los agentes de salud a cargo de su tratamiento, teniendo en cuenta criterios de: eficacia, seguridad, conveniencia, aceptación y coste de cada uno de los tratamientos, en base a una correcta definición diagnóstica y elección del objetivo terapéutico.

Por tal motivo se elaboró la guía educativa kinésica de la principal patología encontrada en las evaluaciones de los niños y niñas, con recomendaciones, consejos y ejercicios prácticos, sencillos y de fácil ejecución, señalando como la mayor fortaleza terapéutica la unión padres-hijos. Por último se explica que cada uno de los pacientes, deben recibir un tratamiento personalizado y bajo supervisión de un profesional.

1. ANTECEDENTES

El pie desde un punto de vista anatómico está conformado por un conjunto de huesos (tarso, metatarso, falanges), de una estructura muscular - ligamentaria y de un paquete vascular- nervioso (arterias, venas, nervios); conocimiento primordial para determinar la evolución, las leyes y los principios básicos del desarrollo del pie humano.

Siguiendo el orden evolutivo; desde el plesiadapis entre 60-65 millones de años y con los distintos primates del Eocénico, Oligocénico, Miocénico, hasta llegar al ser humano moderno en función de entender la adaptación estructural del pie para alcanzar bipedestación actual, la cual se ha logrado por medio de procesos de evolución o adaptación anatómica corporal que va desde el desplazamiento del agujero magno del occipital a nivel de la base del cráneo en el humano, la aparición de la curvaturas de la columna vertebral para mejorar el soporte del peso corporal, el ensanchamiento de la pelvis que mejora la distribución del peso de los órganos abdominales; con una variable distintiva de la evolución de los animales cuadrúpedos, que es la disminución de la velocidad de traslado por la disposición de los huesos iliacos hacia el interior, a nivel de las piernas se han sufrido trasformaciones casi totales, por medio de la hipertrofia muscular de los miembros inferiores, la inclinación interna del fémur, la articulación de la rodilla se ha vuelto casi omnidireccional (movimiento multidireccional) y por último a nivel del pie se determinaron cuatro características especiales de evolución de los homínidos: primero el alargamiento del pie a nivel del talón, segundo la reducción del tamaño de los dedos, tercero la pérdida de la función primordial de oposición para la aprehensión plantar primitiva y cuarta el empleo vital en el equilibrio y la marcha del primer dedo del pie.

Las transformaciones anatómicas del pie a lo largo del tiempo han sido fruto de una adaptación anatómica o bien un desarrollo de características específicas

del pie por medio de nuevas funciones adaptativas sobre el medio ambiente, por medio de:

- La estrecha relación con la liberación de la mano.
- La formación de las curvaturas para la bipedestación.
- La reestructuración del pie hacia la posición de pie.

Se puede evidenciar la evolución del pie tras enunciados antropológicos - anatómicos como:

La arquitectura arterial del pie de los simios presenta dos redes plantares, una superficial y otra profunda Manno, I (1905); “Mientras que en los humanos la red profunda es la más importante desde el punto de vista funcional y la superficial es apenas suplementaria y poco frecuente Hamada, H (1994), se determinó dichas afirmaciones, mediante estudios en cadáveres”² la existencia de diferencias anatómica con los simios y los seres humanos, los cuales presenta dos arcos arteriales plantares el superficial y el profundo, mientras que en el ser humano se ha demostrado que la frecuencia del arco arterial superficial es apenas del 14,2% siendo esta muy baja; por lo tanto se ha determinado que el pie ha sufrido una evolución a lo largo del tiempo y sin duda que la existencia de características específicas como la determinación, de que el arco arterial superficial plantar, es un vestigio de la evolución de la especie humana.

La compresión de las variantes o alteraciones del pie en el ser humano y más aún; la pérdida del arco plantar interno o llamado pie plano en la literatura médica se lo define como:

La deformación del pie como consecuencia de alteraciones en la elasticidad de los ligamentos por lo que la estructura ósea pierde la relación interarticular entre retropié y la parte media del pie, por lo que ocurre un desequilibrio muscular. Dicho de otra manera, el pie plano es una deformidad estructural acompañado de un valgo, más un

² Carla Gabrielli, Enrique Olave, Mariano Del Sol, Eduardo Mandiola, Celio F.S. Rodríguez. Superficial plantar arch in man: Anatomical and coparative characteristic. Revista Chilena de anatomía. Volumen.17 Numero 2 Temuco.

aplanamiento gradual del arco longitudinal del pie que se observa a partir de los 30 meses de edad en adelante.³

Punto de partida para lograr una conceptualización de una alteración estructural - fisiológica o en algunos casos considerada como patología de gran prevalencia, que tiene el carácter de ser flexible o rígida en las primeras etapas del desarrollo psicomotor del niño/a y entender que puede determinar el preámbulo para la bipedestación adecuada y consecuentemente una marcha correcta.

De acuerdo a Núñez Samper “El pie plano va acompañado de valgo talar y asociado a una disminución más o menos destacable de la altura del arco longitudinal interno, durante la fase de apoyo y una tendencia a la supinación del antepié”.⁴

Una de las principales causas de motivo de consulta a nivel infantil, es el pie plano flexible, cuya incidencia, para niños de 4 a 7 años se estima en el 10 % según Núñez Samper, teniendo en cuenta que en su gran mayoría este tipo de pie tiende a su corrección espontánea y por otro lado la frecuente indicación médica de ortesis plantares innecesarias, por lo cual se realizó el siguiente estudio prospectivo a través de una campaña institucional del año 2004, cuyo tema es:

Pie plano flexible: ¿Qué y por qué tratar?

Uno de los objetivos primordiales del estudio en discusión son; evaluar la forma del arco longitudinal del pie a distintas edades en una población de niños sanos, y por último definir posibles relaciones entre la forma del arco del pie con la presencia de obesidad, bajo peso, limitación en las actividades cotidianas y dolor.

³ Inarritu A. (1997). Pie plano. México.

⁴ Moisés Pardos, Eduardo Sala. (2009). Kinematic Study of the effect of the orthosis in the internal rotation of the leg in a child with flexible flat foot. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. Vol. 3. Pág. 15-34.

Se determinó que:

El 22% del grupo presentó Pie plano flexible con una distribución por edades de: menores de 3 años con un 60%, considerando que mientras aumenta la edad la frecuencia de pie plano flexible disminuye proporcionalmente por lo que se obtuvo los siguientes datos en los niños de 4 – 6 años el 35%, en los niños de 7 - 12 años un 10% y con los niños de 13 – 15 años con un 5% sin diferencias entre género de niños y niñas.⁵

Al término del estudio se concluye estableciendo, que en el pie plano, es indispensable un diagnóstico diferencial-personalizado de entre un pie plano rígido de uno flexible, ya que el primero tiene carácter patológico y obedece a distintas causas astrágalo vertical, secuelas de traumatismos, coaliciones del tarso, etc., mientras que en el pie plano flexible existe evidencia para considerarlo una condición fisiológica durante la etapa de desarrollo.

El otro lado de la moneda en cuanto a las alteraciones estructurales del pie pediátrico, es el Pie Cavo infantil, que es objeto de análisis en el estudio cuyo tema investigativo lleva el nombre de: Resultado del screening con podoscopio en 948 niños no seleccionados con especial referencia al pie cavo⁶ El estudio y sus autores argumentan el concepto de la existencia de un pie plano fisiológico y al contrario en el pie cavo, encajado en la definición como “patológico”, por la bibliografía publicada, y que debe ser evaluada por un especialista neurólogo para el posible descarte de una enfermedad neurológica subyacente. El estudio en mención, demostró que cierto grado de cavismo en niños/as asintomáticos es de gran prevalencia y que casi nunca los estudios clínicos confirman una patología de base, sugiriendo la hipótesis de que podría existir un tipo de pie cavo no patológico y que para su descarte deberían analizarse variables como: los antecedentes familiares de enfermedades neuromusculares, el varo del talón, alteraciones neurológicas en el paciente y la presencia de síntomas. El mismo estudio determina la prevalencia del pie plano patológico, es mayor en el género masculino con 58 niños (11.6%), que en 26 niñas (5,7%), mientras que en el pie

⁵ Alejandro Baar Z, Angélica Ibáñez L, Natalia Gana A. A. (2010). Pie plano flexible: ¿Qué y por qué tratar? Sociedad Chilena de Pediatría.

⁶ A., González de Aledo Linos, A. Rollán Rollán, C. Bonilla Miera, A. Montes Conde, M.C. Diego Santamaría, M. Obeso García. Resultado del screening con podoscopio en 948 niños no seleccionados con especial referencia al pie cavo. [En línea] Disponible: <<http://www.aeped.es/sites/default/files/anales/45-6-5.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

cavo se invierten los papeles, dando una prevalencia del pie cavo mayor en el género femenino con 96 niñas (21.2%) y en 59 niños (11,8%), datos estadísticamente significativos con valores de $p = -0,001\%$.

En el plan de tratamiento de las alteraciones plantares, por siglos se ha utilizado el método ortésico como el método de mayor efectividad en la disminución de las modificaciones plantares como se enuncia en el estudio: Kinematic Study of the effect of the orthosis in the internal rotation of the leg in a child with flexible flat foot.

“Esta línea de investigación ha demostrado clínicamente que el uso de tratamientos orto podológicos eleva el grado de satisfacción, alivia el dolor, acorta el período de recuperación, atenúa los problemas de patologías crónicas, e incluso previene lesiones”.⁷

La cinemática del pie se pone de manifiesto mediante la utilización de ortesis plantares con nueva tecnología, el estudio trata de amplificar el sin número de resultados que se puede constatar mediante el tratamiento ortésico, poniendo de manifiesto efectos positivos, como en algunos caso por el contrario efecto negativos, en la mayoría de estudios coinciden en la influencia de los movimientos del retropié con un reducción de la pronación, a la que han llamado eversión excursión con una variable en la velocidad de su pronación.

Los efectos que la intervención de una ortesis produce sobre la cinemática del pie han sido estudiados ampliamente, con resultados diversos. Mientras que algunos estudios no han mostrado efecto alguno otros han logrado demostrar su gran influencia como por ejemplo: en los movimientos de retropié, reducción del pico de pronación, de la denominada eversión excursión y de la velocidad de pronación, finalmente la revisión bibliográfica del estudio resalta con gran importancia el hecho de que las “ortesis tienen gran eficacia en la disminución de una parte del movimiento de retropié, ya que este movimiento en exceso es una

⁷ Moisés Pardos, Eduardo Sala. (2009). Op. Cit. 15-34.

de las principales causas de lesiones a nivel de los miembros inferiores no estando bien definidos los límites del exceso de pronación”.⁸

El estudio pretende determinar las diferencias observadas en la cinemática de la extremidad inferior al comparar tres tipos de plantillas, según el ajuste de retropié. De los tres tipos de plantillas, valorando la influencia de los tratamientos ortopédicos en la rotación interna de la tibia en la fase de apoyo de talón, en los movimientos de rotación interna del pie en la fase de apoyo monopodal y en la velocidad angular media de la rotación interna del pie en la fase de apoyo de ambos pies. Se estudia la cinemática de los tres tratamientos con el calzado poco ajustado de talón y calzado muy ajustado de talón.

El estudio fue gracias a la colaboración de un niño de 9 años con valgo de retropié derecho entre 6º y 7º e izquierdo entre 3º y 4º, con percentil de altura p97 y de peso 49 Kg, que presenta disimetría con escoliosis y una alza de 7mm.

Para concluir se afirma que: Los datos obtenidos podría deducirse que la confección de los tratamientos de Polipropileno y Resina, cuya metodología de confección confiere al soporte un mayor encapsulamiento del calcáneo, y una teórica mejor contención por la acción de los posterolaterales, provocaría un descenso en el pico de rotación interna en la fase de choque de talón, que predispondrían a una menor rotación interna del astrágalo y consiguiente menor pronación posterior del pie,⁹ determinando una gran influencia de la ortesis plantares en la dinámica de la marcha de un individuo así como en la disposición de los miembros inferiores con respecto a su cuerpo por lo cual se requiere de un preciso diagnóstico ortésico de carácter individual.

En los mismos lineamientos del estudio, la sintomatología clínica tiene gran trascendencia para los pacientes, ya que es parámetro de evaluación por parte de los paciente hacia los agentes de salud a cargo de su tratamiento, aquello se puede evidenciar en el siguiente estudio, las alteraciones estructurales del pie (pie

⁸ Dorsey S. Williams Iii, McClay. Effect of inverted orthoses on Lower-Extremity Mechanics in Runners. Med. Sec. Sports Exer.Vol.35 Nº 12, pp 2060. 2003

⁹ Moisés Pardos, Eduardo Sala. (2009). Op. Cit. Pag. 15-34.

cavo), vienen acompañadas de dolor a lo estático y dinámico. El estudio tiene como tema: Intervenciones para la prevención y el tratamiento del pie cavo por Burns J, Landorf KB, Ryan MM, Crosbie J, Ouvrier RA, que fundamentan, “El pie cavo se caracteriza por un arco longitudinal medio excesivamente alto (el arco de la parte interna del pie) y se define habitualmente como un tipo de pie con arco alto o en posición supina. Los estudios basados en la población indican que la prevalencia del pie cavo es aproximadamente del 10% y que su causa es principalmente neuromuscular o idiopática.”¹⁰ Además en el estudio se menciona que el 60 % de pacientes diagnosticados con pie cavo presentarán dolor de pie crónico en algún momento en su vida, la mayoría comúnmente debajo del antepié o el talón.

Se considera que alteraciones como éstas son el resultado de una distribución anormal de la presión en la planta del pie al caminar. Se han recomendado muchos tratamientos y procedimientos quirúrgicos conservadores para el dolor de pie relacionado con el pie cavo. Especialmente, las ortesis de pie hechas a medida para la forma del pie de una persona son cada vez más prescritas por los podiatras, fisioterapeutas, cirujanos ortopédicos y especialistas en rehabilitación para las personas con pie cavo doloroso.

La revisión de un ensayo fue realizada 154 adultos indicó que las ortesis de pie hechas a medida pueden reducir y redistribuir la presión plantar y posteriormente reducir el dolor de pie en aproximadamente un 75%. Se necesita investigación adicional para determinar la efectividad de otras intervenciones para las personas con pie con arco elevado doloroso y sobretodo que pueda ser aplicable a niños/as.

En el transcurso de la investigación surgieron interrogantes, sobre cuáles serían los agentes causales internos y externos que predisponen a las alteraciones estructurales del pie en niños/as y consecuentemente un pie no equilibrado en la etapa adulta, por medio del siguiente estudio se trata de dar explicación a la influencia del calzado en relación a la prevalencia del pie plano.

¹⁰ Burns J, Landorf KB, Ryan MM, Crosbie J, Ouvrier RA. (2008). Intervenciones para la prevención y el tratamiento del pie cavo. La Biblioteca Cochrane Plus, Número 4.

El estudio determinó:

El análisis de las huellas estática de 1846 personas esqueleto maduro para establecer la influencia de la edad en que comenzó a usar zapatos sobre la prevalencia de pie plano. La incidencia fue de 3,24% entre los que comenzaron a usar los zapatos antes de la edad de seis años, el 3,27% en los que comenzaron entre las edades de 6 y 15 años y 1,75% en los primeros que llevaba los zapatos en la edad de 16 años ($p < 0,001$). Un pie plano fue mayor en aquellos que, como los niños, llevaba calzado por más de ocho horas cada día. Las personas obesas y las personas con la laxitud del ligamento había una mayor prevalencia de pie plano ($p < 0,01$ y $p < 0.0001$, respectivamente). Incluso después de ajustar para estas dos variables, tasas significativamente más altas de prevalencia se observó entre los que comenzaron a usar los zapatos antes de la edad de seis años.¹¹

Los resultados sugieren una asociación entre el uso de zapatos en la primera infancia y pie plano.

¹¹ Sachithanandam V, Joseph B. (2006). The Influence of Footwear on the Prevalence of Flat Foot. Department Of Orthopaedics, Kasturba Medical College, Manipal, India. Pubmed.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente disertación conlleva como argumento principal “ **La valoración clínica-fisioterapéutica del pie en niños y niñas de 6 a 8 años de edad**”, fomentada, por el crecimiento exorbitado del uso de plantillas ortopédicas o llamadas también ortesis plantares sin prescripción de un especialista, sobre todo para uso de la formación del arco plantar interno precozmente en edades no adecuadas, también muy bien conocido como “pie plano”, vendiéndoles a los padres de familia, la idea de un pie en perfectas condiciones en el futuro y por consiguiente, que no tendrán sus hijos/as ninguna alteración estructural en sus pies de adultos, sin saber que en la gran mayoría de población infantil, la primera fase de estructuración del pie a nivel anatómico - funcional, es un pie plano fisiológico.

Se ha demostrado por varios estudios de caso y control, en un periodo de investigación considerable (3 años), que las ortesis plantares no corrigen el pie plano ni otras alteraciones estructurales (valgo, varo, cavo) del pie en niños/as, sino que actúan como una gran ayuda para optimización del equilibrio en la marcha, así como para la disminución del impacto de la carga plantar, logrando una marcha asintomática y sin molestias.

Por medio de la investigación en desarrollo, permitirá la elaboración de un propuesta educativa kinésica sobre la mayor incidencia de alteraciones pediátricas a nivel del pie que según la revisión bibliográfica es el pie plano flexible, lo cual se llevará a cabo mediante la utilización de la huella plantar, la clínica y la observación directa; preámbulo para el desarrollo de la propuesta educativa kinésica en niños/as y disminuir futuras alteraciones estructurales en la arquitectura osteoarticular, por lo tanto la reducción de alteraciones en la biomecánica de la marcha lo que Núñez, S (1997) propuso, que el pie es una verdadera maravilla arquitectónica a nivel anatómico, puesto que el pie se

mantiene con un sistema de sustentación y presión, el peso del cuerpo proyectado sobre el pie se logra mantener, mediante tres puntos de apoyo que conforman el llamado trípode plantar (el talón, la cabeza del primer metatarsiano y la cabeza del quinto metatarsiano); por lo cual se toma como un argumento para manifestar, que el pie plano o cualquier otra alteración morfológica, predisponen a nuevas adaptación anatómicas - funcionales en la dinámica de la marcha. Por consiguiente se fomentará a la utilización de un programa de rehabilitación conservador, personalizado y tutorial.

La falta de información en la actualidad no se puede nombrar como una justificación válida, pero si la cantidad de información errónea a la que está sometida la población ecuatoriana, la salud se la ha convertido en parte de un paquete de marketing y negocios; que lo que tiene como meta es el vender y el consumo masivo sin saber, el daño que esto significa o más bien se ha convertido un instrumento ortopédico como la plantilla ortésica mal utilizada en parte del bienestar personal.

Una de las principales estimulaciones para la elaboración de la presente disertación, es la alta incidencia del pie plano flexible en niños/as, convertida en la gran controversia Ortopédica Pediátrica actualmente, conceptos no esclarecidos científicamente, creando grandes debates de expertos en medicina ortopédica-traumatología.

Para determinar la verdadera ayuda de las ortesis plantares en los niños y niñas con pie plano flexible o bien la eliminación de las ortesis plantares como prescripción médica para niños/as con este tipo pie, según el siguiente estudio: Flat-Footedness Is Not a Disadvantage for Athletic Performance in Children Aged 11 to 15 Years, en el cual se determina: "No disadvantages in sport performance originating from flat-footedness were confirmed. Children with flat and children with normal feet were equally successful at accomplishing all motor tests; thus, we suggest that there is no need for treatment of flexible flat feet with the sole

purpose of improving athletic performance, as traditionally advised by many”.¹² El estudio concluye con una simple frase: No existen desventajas considerables en los niños o niñas que padecen de pie plano flexible.

Tal como afirma Larrondo Casa “El pie plano se presenta con acortamiento de soleo y gemelos y valgo del retropié estructurado”,¹³ en consiguiente el pie plano flexible puede llevar consigo múltiples alteraciones en la biomecánica normal del pie y la dinámica de la marcha reafirmada por otros autores; por lo tanto la elaboración de la disertación se enmarcara en el contexto de una recopilación bibliografía actualizada y sobre todo con fundamento científico cien por ciento fiable, como punto de partida para la valoración del pie en niños o niñas de una escuela fiscal mixta de la ciudad de Quito y sus posibles alteraciones anatómicas – funcionales, adjuntando un posible manual educativo – kinésico de la principal alteración fruto de los datos recolectados y analizados en el transcurso del estudio.

En la presente disertación se maneja la discusión en referencia a dos parámetros, el primero que es obtención de datos de antropométricas del pie en niños/as de diferentes culturas o etnias aprovechando esa gran diversidad cultural del Ecuador, cabe recalcar que no existe datos de referencia bibliografía del Ecuador en referencia a antropometría del pie y en segundo lugar, el desarrollo de la disertación tendrá como objetivo ser una fuente de consulta actualizada de los avances científicos sobre la valoración, diagnóstico y tratamiento del pie pediátrico y subtemas en referencia.

¹² Antón Tudor, Lana Ruzic, Branko Sestan, Luka Sirola, Tomislav Prpic. (2009). Flat-Footedness Is Not a Disadvantage for Athletic Performance in Children Aged 11 to 15 Years. Pediatrics Volume 123, Number 3, March.

¹³ José Jesús Larrondo Casas, José Luis Navarro, Gabriel Herrera. (1999). Pie plano en el niño y acortamiento del soleo y gemelos. Revista Mexicana de Traumatología y Ortopedia. Páginas 74-76.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la condición morfológica del pie de los/as niños/as de una Escuela Fiscal Mixta de la Ciudad del Distrito Metropolitano de Quito en el periodo de Enero a Mayo del 2011 y la propuesta educativa a realizarse?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Realizar la valoración clínica - fisioterapéutica del pie, por medio del Estudio de la Huella Plantar (Índice Hernández Corvo) en los/as niños/as de una Escuela Fiscal Mixta del Distrito Metropolitano de la Ciudad de Quito, para el diseño de una propuesta educativa.

4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar la valoración fisioterapéutica - clínica del pie en cada uno de los/as niños/as.
- Determinar las condiciones morfofuncionales del pie en los/as niños/as de la población infantil en estudio.
- Registrar estadísticamente la alteración estructural del pie más frecuente detectada en los/as niños/as de la población infantil en estudio.
- Diseñar una propuesta educativa - kinésica de las alteraciones morfofuncionales de mayor prevalencia.

5. MARCO TEÓRICO

CAPITULO I

1 ANATOMÍA DEL PIE

1.1 Generalidades Anatómicas

El pie humano está formado por un número de 26 huesos sin contar con un número variable de huesos predominantes llamados sesamoideos; se encuentran unidos entre sí por medio de un sistema ligamentario y muscular que en conjunto permitirá la funcionalidad articular, por lo cual el pie adquiere propiedades de movilidad y la estabilidad. El pie constituye el extremo terminal del miembro inferior, la continuación de la pierna que finaliza en el extremo de los dedos.

En el pie, los dedos constituyen 14 segmentos óseos de los cuales se denominan Primera, Segunda y Tercera falange constituyendo la formación de los 4 dedos externos o laterales; el dedo gordo o Primer dedo solo está formado por 2 falanges Primera y Segunda.

La distribución de las 12 piezas restantes, es: 7 piezas óseas constituyen el tarso y 5 piezas óseas el metatarso.

1.2 Anatomía Ósea



Figura 1 Huesos del Pie cara superior interna.
Fuente: Aragón J.

El pie está constituido por tres grupos de huesos que son:

- Tarso
- Metatarso
- Falanges

1.2.1 Tarso

Está formado por siete huesos cortos dispuestos en dos filas:

- Anterior o Metatarsiana.- constituido por el escafoides, cuboides y los tres cuneiformes.
- Posterior o tibial.- formado por el astrágalo y el calcáneo.

1.2.1.1 Astrágalo

Hueso corto, plano y alargado, formando parte del vértice de la bóveda tarsiana, se articula hacia arriba con los huesos de la pierna, hacia abajo con el calcáneo y hacia adelante con el escafoides.

El astrágalo está formado por tres partes:

- La cabeza formada por un segmento redondeado
- El cuello que es un segmento estrecho y corto
- El cuerpo voluminoso que corresponde a los tres cuartos posteriores del astrágalo

En el astrágalo de forma cuboidea e irregular presenta seis caras:

- Cara superior: compuesta por una superficie articular en forma de polea llamada la polea astragalina, la cual se articula con la tibia.
- Cara inferior: consta de dos superficies articulares las cuales se articulan con el calcáneo formando entre las superficies un canal llamado surco astragalito.
- Cara externa: presenta una carilla articular triangular para articularse con el maléolo externo denominada carilla peronea o maleolar externa.
- Cara interna: presenta una carilla tibial que se articula con el maléolo interno.
- Cara anterior: o cabeza del astrágalo de forma convexa, que se articula con el escafoides.
- Cara posterior: estrecha en la cual se observa un canal por donde pasa el tendón del flexor propio del dedo gordo.

1.2.1.2 Calcáneo

Hueso voluminoso que forma parte de la eminencia del talón, el cual se articula con el astrágalo por arriba y por delante con el cuboides.

El calcáneo se puede distinguir seis caras:

- Cara superior: formado por dos segmentos uno anterior y otro posterior que constituyen un canal denominado canal astragalino o seno del tarso.
- Cara inferior: estrecha que consta de tres tuberosidades una anterior y dos posteriores las cuales sirve de inserción ligamentaria del flexor corto plantar, abductor del primer dedo y abductor del quinto dedo.
- Cara externa: plano y rugosa que se encuentra la inserción del fascículo peroneo-calcáneo del ligamento lateral externo de la articulación tibiotarsiana.
- Cara interna: formado por un canal ancho denominado el canal del calcáneo.
- Cara posterior: lisa en la parte superior y rugosa en su mitad inferior sirve de inserción del tendón de Aquiles.
- Cara anterior: superficie articular en relación al cuboides

1.2.1.3 Cuboides

Este hueso adquiere la forma de un prisma triangular cuyo filo que se encuentra en el borde externo del pie se debe a la unión de las caras plantar y dorsal.

El cuboides presenta:

- Cuatro caras
 - Cara dorsal: rugosa que se dirige abajo y afuera

- Cara plantar: presenta una cresta roma denominada cresta del cuboides y da paso al canal del tendón del peroneo lateral largo.
- Cara posterior: forma la articulación con el calcáneo.
- Cara anterior: presenta dos superficies articulares para el cuarto y quinto metatarsiano.
- Una base o cara interna: se observa una faceta articular con la tercera cuña y una segunda carilla articular para el escafoides.
- Un borde externo o cara externa: presenta la escotadura que continua con el canal del peroneo lateral largo

1.2.1.4 Escafoides

Llamado también navicular, hueso corto, oval, plano y de eje mayor transversal; está situado en el lado interno del pie, detrás de las cuñas, por delante del astrágalo y por dentro del cuboides.

El escafoides presenta:

- Dos Caras:
 - Cara anterior: de forma convexa que presenta dos crestas y se articula con los tres cuneiformes por medio de tres carillas articulares.
 - Cara posterior: cóncava, que se une con la cabeza del astrágalo.
- Dos Bordes: se puede distinguir uno superior y otro inferior, de tamaño ancho y rugoso que sirve de inserción ligamentaria.

- Dos Extremidades: está formada:
 - Una interna en la cual sobresale la saliente ósea llamada tubérculo del escafoides el cual sirve de inserción del tendón tibial posterior.
 - Una externa de forma convexa y presenta una carilla articular de unión al cuboides.

1.2.1.5 Cuneiformes

Llamados también Cuñas por la adquisición estructural de la forma de una cuña, son un total de 3 piezas óseas que se encuentran ubicadas anteriormente al escafoides y articulados entre sí, se los denomina 1o, 2º y 3o cuña de adentro afuera.

La primera cuña tiene una base plantar y las dos restantes son de base dorsal además se puede observar en cada una de los tres huesos cuatro caras, una base y un vértice.

- Primer cuneiforme: se articula con por detrás con el escafoides y por delante con el primer metatarsiano del borde interno del pie.
- Segundo cuneiforme: se encuentra ubicado entre en primer y tercer cuneiforme, por lo cual se articula con el segundo metatarsiano, por detrás con el escafoides y por dentro y por fuera con el primer y segundo cuneiforme respectivamente.
- Tercer cuneiforme: se situando por delante con tercer metatarsiano, por detrás del escafoides, su borde interno con del segundo cuneiforme y segundo metatarsiano y su borde externo está limitado por el cuboides y el cuarto metatarsiano.

1.2.2 Metatarso



Figura 2 Huesos del Pie, cara lateral externa.
Fuente: Aragón J.

Compuesto por cinco huesos largos, que se denominan como 1º, 2º, 3º, 4º y 5º metatarsianos desde su parte interna a la externa. Los huesos metatarsianos encuentran unidos en su parte posterior con la segunda fila del tarso, en su parte anterior con las primeras falanges de los dedos.

En los metatarsianos se puede distinguir:

- Un cuerpo: que adquiere forma prismática y triangular.
- Dos extremos:
 - Un anterior o cabeza plano transversalmente y presenta tubérculos óseos para la inserción de ligamentos.
 - Un posterior o base que se articula posteriormente con los huesos del tarso y lateral mente por facetas articulares con los metatarsianos vecinos.

1.2.3 Falanges



Figura 3 Huesos del Pie, cara inferior plantar.
Fuente: Aragón J.

Los dedos del pie constituyen 3 segmentos óseos largos a excepción del pulgar que solo consta de dos falanges se los denomina como primera (proximal), segunda (media) y tercera (distal) falange en dirección desde el metacarpo hacia el extremo distal de los dedos.

Cada falange presenta en su estructura un cuerpo y dos extremidades, con sus respectivas diferencias con las falanges del pulgar que son voluminosas, mientras que el resto de falanges son delgadas y prismáticas.

1.3 Anatomía muscular

El pie humano está formado por once músculos que se distribuyen en dos regiones dorsal y plantar.

- Región Dorsal: formado por músculo pedio.
- Región Plantar: se lo ha dividido en tres compartimentos: el externo, el interno y el medio.

1.3.1 Región Dorsal

- **Músculo Pedio:** llamado también extensor corto de los dedos, es un músculo aplanado, corto que se ubica en el dorso del pie.

Origen: Calcáneo.

Inserción: segunda falange de los dedos del segundo al quinto.

Inervación: plantar interno.

Función: Extensión de las primeras falanges e inclinación hacia afuera de los cuatro primeros dedos.

1.3.2 Región Plantar

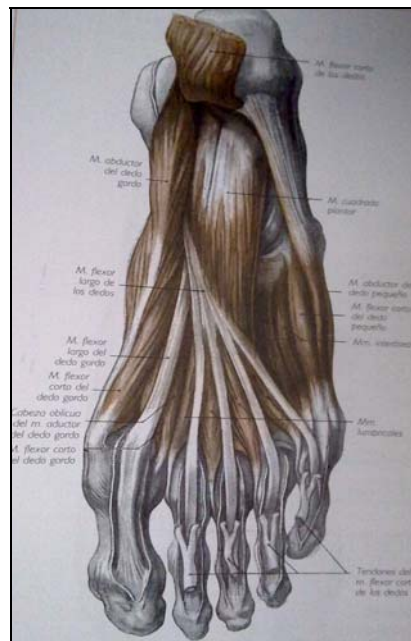


Figura 4 Músculos de la Región Plantar.
Fuente: Rouviere H.

1.3.2.1 Región Plantar Interna

Conformada por tres músculos descritos a continuación en dos planos superficial y profundo.

- **Músculo Aductor del dedo gordo:** es alargado, aplanado y grueso posteriormente

Origen: tuberosidad interna del calcáneo

Inserción: lado interno de la primera falange del dedo gordo

Inervación: plantar externo

Función: Realiza movimientos de flexión y aducción del dedo gordo.

1.3.2.2 Región Plantar Media

La región media se encuentra dividida en cinco músculos separados por tabiques intermusculares, de los compartimentos externos e internos.

Esta región se encuentra limitada en un plano superficial, un medio y uno profundo que se describirá a continuación.

Plano profundo

- **Músculos Interóseos dorsales:** músculos cortos y prismáticos triangulares, son un número de cuatro y ocupan el espacio intermetatarsiano

Origen: cara lateral del metatarsiano próximo al eje del pie.

Inserción: cara lateral de la primera falange del dedo correspondiente.

Inervación: plantar externo

Función: Los músculos Interóseos flexionan la primera falange de los dedos

- **Músculos Interóseos plantares:** músculos cortos y prismáticos triangulares menos desarrollado, son un número de tres que ocupan el espacio intermetatarsiano

Origen: tres últimos metatarsianos de cara lateral del metatarsiano en dirección al eje del pie.

Inserción: cara lateral de la primera falange del dedo correspondiente.

Inervación: plantar externo

Función: Los músculos Interóseos flexionan la primera falange de los dedos

Plano Medio

- Músculo Accesorio del flexor largo: músculo cuadrilátero, aplanado y corto

Origen: tuberosidad del calcáneo

Inserción: en las dos caras del tendón flexor común.

Inervación: plantar externo

Función: Corrige la dirección del tendón del flexor largo común de los dedos y colabora en su acción de flexión.

Plano Superficial

- Músculo Flexor Corto Plantar: de forma alargada y plana que se divide en cuatro tendones.

Origen: tuberosidad interna del calcáneo

Inserción: se continúan en cuatro tendones que se insertan cara inferior de la segunda falange del dedo correspondiente

Inervación: plantar externo

Función: Este músculo es flexiona la segunda falange de los cuatro últimos dedos sobre la primera y metatarsiano correspondiente.

- Músculos Lumbricales: estos músculos cubren a los músculos Interóseos.

Origen: Tendones del tercer, cuarto y quinto dedos del músculo flexor profundo común

Inserción: Dorso de las falanges y tendones proximales del músculo extensor común de tercer, cuarto y quinto dedos

Inervación: plantar externo

Función: Realizan movimientos de flexión de la primera falange, y de extensión de las otras dos.

1.3.2.3 Región Plantar Externa

Está constituido por un grupo de tres músculos que se describirán a continuación, divididos en un plano superficial y un plano profundo.

Plano profundo

- Músculo Flexor corto del dedo menor: músculo corto y adquiere la forma fusiforme

Origen: base del quinto metatarsiano y peroneo lateral largo

Inserción: cara inferior de la primera falange del quinto dedo

Inervación: plantar externo

Función: flexiona la primera falange del quinto dedo.

- Músculo Oponente del dedo menor: músculo corto y aplanado junto al flexor cortó.

Origen: vaina del peroneo lateral largo

Inserción: borde externo del quinto metatarsiano

Inervación: plantar externo

Función: dirigen hacia adentro al quinto metatarsiano y flexor del quinto dedo

Plano superficial

- Músculo Abductor del dedo menor: de forma alargada que se extiende a lo largo del borde externo plantar

Origen: tuberosidad posterior del calcáneo

Inserción: base de la primera falange del quinto dedo

Inervación: plantar externo

Función: flexor y abductor del quinto dedo.

1.4 Anatomía Ligamentaria

Entre los principales ligamentos que forman el pie los encontramos en un plano superficial:

- El ligamento calcaneoescafoideo plantar

Origen: apófisis menor del calcáneo

Inserción: cara posterior del escafoides

Acción: Mantiene el arco longitudinal del pie

- El ligamento plantar largo

Origen: cara plantar del calcáneo

Inserción: surco del cuboides y crea un túnel para el tendón del músculo peroneo largo

Acción: Mantiene los arcos del pie

- El ligamento calcaneocuboideo plantar o ligamento plantar corto

Origen: cara anterior del calcáneo

Inserción: cara inferior del cuboides

1.5 Anatomía Articular

El pie se encuentra formado por varias articulaciones en la cuales interviene los huesos del tarso, metatarso y las falanges.

- Articulación subastragalina o astrágalo-calcáneo

Tipo: sinovial plana

Cara articular: cara inferior del astrágalo con la cara superior del calcáneo

Movimientos: Inversión y eversión del pie

- Articulación astrágalo-calcáneo-escafoidea

Tipo: sinovial, la porción astragaloescafoidea pertenece a una enartrosis

Cara articular: la cabeza del astrágalo se articula con el calcáneo y el escafoides

Movimientos: de deslizamiento y rotación

- Articulación calcaneocuboidea

Tipo: sinovial plana

Cara articular: extremo anterior del calcáneo se articula con la cara posterior del cuboides.

Movimientos: inversión y eversión del pie

- Articulación tarsometatarsiana

Tipo: sinovial plana

Cara articular: los huesos anteriores del tarso se articulan se articulan con las bases de los metatarsianos

Movimientos: deslizamiento

- Articulación intermetatarsiana

Tipo: sinovial plana

Cara articular: las bases de los metatarsianos se articulan entre si

Movimientos: poco movimiento

- Articulación Metatarsofalángica

Tipo: sinovial condílea

Cara articular: las cabezas de los metatarsianos se articulan con las bases de las falanges

Movimientos: flexión, extensión, aducción, abducción y circunducción.

- Articulación Inter-falángica

Tipo: sinovial de tipo bisagra

Cara articular: la cabeza de cada falange se articula con la base de la falange distal

Movimientos: flexión y extensión

El pie humano se ha dividido de manera práctica para llevar a cabo un diagnóstico clínico en tres partes:

- Antepié: constituido por la parte media - distal de los metatarsianos y falanges de los dedos.
- Mediopié: formado por el escafoide, cuboide, tres cuñas y la base de los metatarsianos.
- Retropié: formado por el astrágalo y el calcáneo

1.6 Sistema Sensorial

1.6.1 Receptores Plantares

Se encuentran a lo largo de todo el pie y se lo ha dividido según el grado de sensibilidad superficial o profunda.

1.6.1.1 Sensibilidad Superficial

- **Sensores de la piel o Mecanorreceptores**
 - **Discos de Merkel y Corpúsculos de Ruffini:** son los encargados de la detección de la intensidad en la presión aplicada y su principal característica adaptación lenta.
 - **Corpúsculos de Meissner:** tiene detectores de velocidad por medio del tacto, su característica principal adaptación rápida.
 - **Corpúsculos de Paccini:** tiene como objetivo detectar las vibraciones y su característica principal adaptación lenta.
 - **Bulbo de Krause:** detecta el frío.
 - **Bulbo de Ruffini:** detecta el calor

1.6.1.2 Sensibilidad Profunda

Son los encargados de captar la información propioceptiva es decir monitorean el movimiento y la posición de cada ligamentos, músculos y articulaciones.

- **Husos neuromusculares:** se ubican en el interior de los vientres de la musculatura.
- **Órganos Musculotendinosos y Órganos de Golgi:** Se ubican en la unión entre los tendones y los vientres musculares.

A nivel de las articulaciones existen mecanorreceptores que responden a los cambios de dirección, velocidad y de ángulo de un movimiento, son de adaptación rápida y proporcionan más información en presencia de movimiento que en reposo.

La información procedente de los distintos receptores se integra para evaluar el ángulo de la articulación. En el caso de carecer de una fuente de información puede compensarse.

1.6.2 La Trasmisión de Información

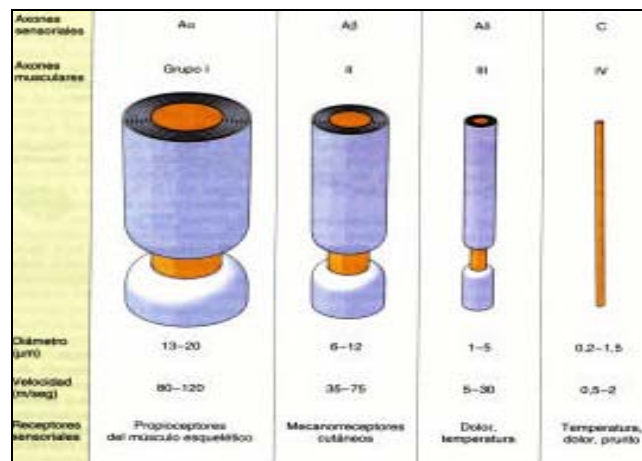


Figura 6 Tipos de nervios.

Fuente: Sistema Somato Sensorial

La transmisión de información desde los sensores hasta el Sistema Nervioso Central se realiza a través del grosor de cada nervio que determina su velocidad de transmisión. Se han agrupado en cuatro clases, a las que se les han dado los nombres AI, AII, AIII y C ordenados desde los más gruesos y rápidos hasta los más finos y lentos. La velocidad de transmisión puede variar desde más de 100 m/s hasta menos de 1 m/s.

Por tanto el tiempo que tarda una sensación en llegar hasta el Sistema Nervioso Central desde los pies puede variar entre aproximadamente 10 ms hasta más de 1 s.

1.7 Morfología del Pie

Los tipos de pie se han clasificado según dos fórmulas que serán descritas a continuación:

1.7.1 Fórmula Metatarsal

Se encuentra basada en la longitud de los metatarsianos, se distingue tres tipos de antepié o tres fórmulas metatarsales relacionada con los diferentes elementos musculares y ligamentarios.

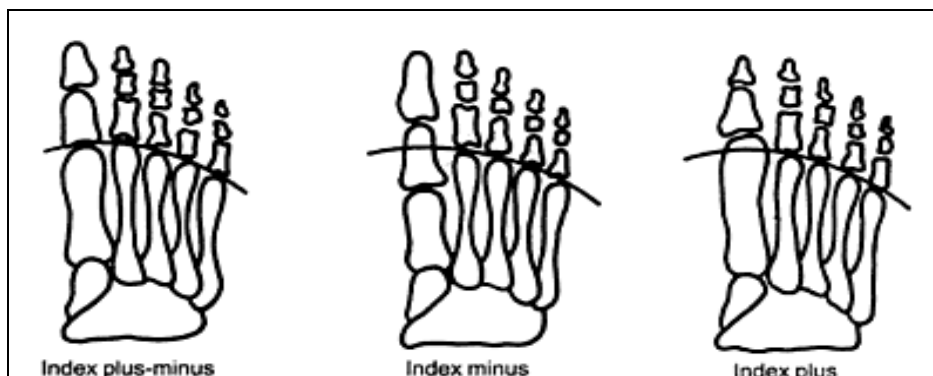


Figura 7 Fórmula Metatarsal.
Fuente: Viladot, A.

Tres clases:

- **Índex-Plus:** El primer metatarsiano tiene mayor longitud que el segundo metatarsiano y el resto disminuye progresivamente.

$$1 > 2 > 3 > 4 > 5$$

- **Índex - Minus:** El primer metatarsiano es de menor longitud que el segundo, mientras que el segundo metatarsiano es más largo que el tercer metatarsiano y el resto de metatarsianos van reduciendo su longitud progresivamente.

$$1 < 2 > 3 > 4 > 5$$

- **Índex- Plus Minus:** El primer y segundo metatarsianos son iguales y el resto disminuyen progresivamente

$$1 = 2 > 3 > 4 > 5$$

1.7.2 Fórmula Digital

La fórmula digital formará parte de los instrumentos de la ficha de evaluación, que nos determinará la clasificación de los pies de los niños y niñas que serán evaluados como parte del trabajo de disertación, por lo cual se realizará la huella plantar para una mejor evidencia de la morfología del pie y su posible categorización.

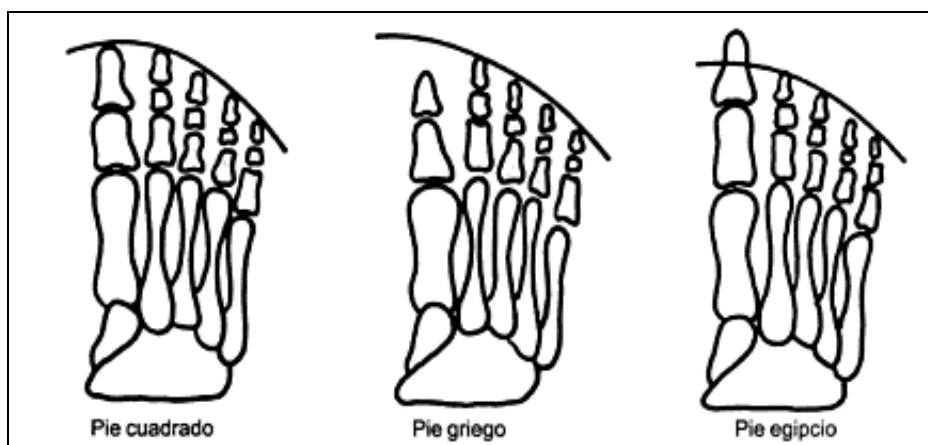


Figura 8 Fórmula Digital.

Fuente: Viladot, A.

De acuerdo a la longitud de los dedos (falanges) del antepié se puede clasificar en:

- **Pie Egipcio:** El primer dedo es más largo que el segundo dedo, éste más largo que el tercero y el resto disminuye progresivamente.

$$1 > 2 > 3 > 4 > 5$$

- **Pie Griego:** el primer dedo es más corto que el segundo dedo y éste más largo que el tercero, los dedos restantes disminuyen gradualmente.

$$1 < 2 > 3 > 4 > 5$$

- **Pie Cuadrado:** el primer dedo es igual que el segundo y el resto de dedos decrecen gradualmente.

$$1=2>3>4>5$$



Figura 9 Fórmula Digital.

Fuente: Viladot, A. A. Pie Griego B. Pie Romano C. Egipcio.

CAPITULO II

2 BIOMECÁNICA DEL PIE

Nordin y Frankel (2001) formuló la biomecánica funcional es un amalgama de consideraciones, en la que podemos englobar diversos aspectos inter relacionados: la anatomía, fisiología articular y muscular, la mecánica y la cinesiología. Su finalidad debe ser el soporte de los gestos y las posturas adoptadas por el ser humano aplicando los principios y leyes de la mecánica sobre el ser humano.

La biomecánica del pie al igual que la anatomía son temas complejos, que se complementan para una mejor comprensión de la funcionalidad del pie, al caminar una persona experimenta una rotación en el plano transversal, partiendo desde la pelvis hasta la tibia y el peroné, está rotación se transmite al tobillo, por medio del tobillo se transfiere el movimiento a la articulación subastragalina hasta los huesos del pie.

Se considera el pie como un soporte para la posición bípeda por ser una estructura tridimensional variable, base del servomecanismo debido a la propioceptividad originada en la planta del pie. No se trata de una unidad anatómica simple, ya que en este caso la anatomía y la función están implícitamente vinculadas y no podíamos entender la una sin la otra.¹⁴

2.1 Arquitectura del Pie

El pie humano tiene una estructura triangular con un lado inferior o base sostenida por los músculos y los ligamentos plantares, un lado antero-superior

¹⁴ Miralles, R. (2007). Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Tercera Edición. Barcelona. Editorial. Masson S.A.

lugar de los flexores del tobillo y los extensores de los dedos y por último un lado posterior formado por los extensores del tobillo y los flexores de los dedos.

La correcta adaptación de la planta del pie al suelo, tiene como objetivo el mantenimiento del equilibrio entre las fuerzas propias sobre cada uno de los tres lados, distribuidos sobre tres radios esqueléticos articulados entre sí a la altura del tobillo y del complejo articular del tarso posterior provocando:

- Pie cavo o un realce de la curvatura plantar, se forma gracias a la retracción de los ligamentos plantares o por una contractura de los músculos plantares o una insuficiencia de los músculos flexores.
- Pie plano o un aplanamiento de la curvatura plantar tiene como motivos principales a una insuficiencia de las formaciones ligamentosas o musculares plantares como por un tono exagerado de la musculatura anterior y posterior del pie.

Las dos condiciones estructurales del pie, integran parte del estudio de disertación a desarrollarse, por una parte se encuentra el pie plano una de las alteraciones de mayor prevalencia del pie pediátrico, teniendo conocimiento que el pie es una estructuras de gran variabilidad anatómica y funcional, puede ser causa de alteraciones morfológicas del, tobillo, rodilla, cadera y columna tanto a nivel estático como dinámico.

2.2 Características del Pie a Nivel Funcional

Las características del pie son las siguientes:

- Elevados niveles de movilidad
- Estructura propioceptiva
- Relación con estructuras corporales adyacentes
- Amortiguador dinámico

2.2.1 Elevados Niveles de Movilidad

El pie al contrario de otras estructuras articulares corporales, es un elemento preparado para soportar elevados niveles de carga sin la necesidad de sacrificar grados de movilidad tanto estática como dinámica.

Hansen (2001) señala que durante la marcha, el astrágalo, el calcáneo, el navicular y el cuboides, modifican su posición en las tres dimensiones del espacio. Gran parte de la movilidad alcanzada por el pie, se debe sobre todo por su adaptación continua a las distintas formas de desplazamiento y a las irregularidades que presenta el suelo.

2.2.2 Estructura Propioceptiva

El pie humano es la primera y a veces la única estructura que tiene un contacto directo con el suelo, como ya se menciono en el capítulo anterior posee receptores cutáneos (Discos de Merkel y Corpúsculos de Ruffini, Corpúsculos de Meissner, Corpúsculos de Paccini, Bulbo de Krause y Bulbo de Ruffini) que permite la transmisión de la información de forma aferente desde los receptores plantares al Sistema Nervioso Central.

Robbins y Hanna (1987) proponen que los neurorreceptores plantares se pueden dividir en dos grandes grupos los mecanorreceptores o receptores de presión que se encuentran en relación con la amortiguación de la carga y los nocirreceptores que son los responsables del dolor.

Los receptores de presión poseen un umbral de excitación relativamente bajo para responder a pequeñas cargas de vibración y deslizamiento, por otro lado los receptores del dolor conservan un umbral de excitación muy alto, que le permiten dar respuesta a estímulos dinámicos dañinos del tejido; sin embargo la utilización de los receptores plantares pueden proporcionar la información necesaria para la detección de lesiones plantares y actuar como mecanismo de protección.

Los dos tipos de receptores enciende el mecanismo de Feed Back, que le admitirá reajustar y modificar las contracciones musculares y consecutivamente los patrones estáticos y dinámicos requeridos para mantener el equilibrio que se reorganizaran en función de la información recibida.

Si existe una alteración o disminución en la en la información proporcionada por los receptores plantares, provocará alteraciones en los patrones musculares.

La pérdida de sensibilidad en determinados territorios plantares, provoca una tendencia a un desplazamiento del centro de presiones plantares hacia áreas de mayor sensibilidad tanto a nivel estático como a nivel dinámico. La cantidad de superficie del pie en que contacta con el suelo y el número de neurorreceptores plantares estimulados, puede condicionar un mayor o menor desplazamiento del centro de gravedad sobre todo en la marcha sin modificación significativa a nivel estático.

2.2.3 Relación con Estructuras Corporales Adyacentes

La relación directa del pie con estructuras corporales que forman las rodillas, cadera y espalda con énfasis en su papel compensatorio que tienen estas estructuras unas con otras.

Normalmente, la proyección del centro de gravedad debe atravesar la articulación subastragalina que está en posición neutra, en la marcha la articulación en función a cada individuo a una pronación o supinación de 6 a 8 grados, estas ligeras variaciones no causa ningún efecto en la alineación correcta del resto de estructuras articulares responsables del equilibrio postural.

En una hiperpronación de la articulación subastragalina, miembro inferior sufre una rotación interna, por otro lado la articulación sacro iliaca sufre una anteversión acompañada de una rotación interna, por tal motivo se produce un desplazamiento anterior del centro de gravedad, incrementado los niveles de carga que debería soportar la espalda.

La aparición de patología a nivel de la rodillas se ha evidenciado como causa aparente un grado de rotación del pie y un grado de excesiva rotación de la tibia en la marcha causando un descenso del hueso navicular y un aumento del riesgo de lesión en el ligamento cruzado anterior de la rodilla.

Por último la valoración del pie realizada en carga produce diversas variaciones estructurales entre las cuales tenemos: una modificación en el volumen del antepié, un descenso en la bóveda plantar, un aumento en el valgo del calcáneo o un ensanchamiento en la zona del antepié.

2.2.4 Sistema Amortiguador

El pie es una estructura articular responsable de iniciar la amortiguación de las distintas cargas de compresión sometidas por nuestro cuerpo, estas cargas pueden manifestarse en distintos grados de desplazamientos a o durante la realización de distintos movimientos corporales cotidianos o no cotidianos.

Toda la planta del pie es un gran sistema amortiguador debido a la especial distribución de su grasa, sistema muscular y sistema óseo. Del periostio del calcáneo y la aponeurosis plantar salen unos tabiques fibrosos hasta la capa profunda de la dermis que retiene pequeños paquetes adiposos que se encuentran encerrados dentro de estas cavidades. La distribución de esta grasa es perpendicular a la piel. En la parte anterior del pie la grasa se vuelve acumular bajo la cabeza de los metatarsianos para permitir el rodamiento del II al V metatarsianos. Solo el primer metatarsiano, rueda directamente sobre los sesamoideos que están fijos por el músculo flexor del dedo gordo. Durante la carrera los picos de fuerza sobre la planta del pie pueden llegar a ser de 9 a 13,3 veces el peso del cuerpo.¹⁵

2.2.4.1 Mecanismos que actúan sobre el sistema de amortiguación plantar.

- Particulares intrínsecas de los distintos tipos de tejidos que conforman la estructura del pie.
- Interrelación dinámica con estructuras articulares distales: rodilla, cadera y espalda.

¹⁵ Rodrigo, C. (2007). Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Primera Edición. Barcelona. Editorial. Masson S.A. p.289.

- Capacidad de anticipación de la musculatura participante en el movimiento, que reaccionará realizando una reactivación refleja en los instantes previos al impacto del pie contra el suelo.

Particulares de los tejidos

Los movimientos repetitivos y continuados de determinadas cargas o fuerzas mecánicas, inducirá a diversas adaptaciones estructurales a nivel de los diferentes tipos de tejidos que constituyen el pie.

Tejido Óseo: en el tejido esquelético, la aplicación sistemática de cargas en un mismo sitio, tendrá como resultado una adaptación plástica de las trabéculas óseas implicadas en el movimiento como sistema de soporte mecánico de las fuerzas se ejercen sobre los huesos del pie, incorporando al sistema trabecular para la reorganización de su composición, su densidad y su resistencia con el único objetivo de transmitir dichas fuerzas a lo largo de sus estructuras formando zonas de tejido óseo mucho más resistentes que otras según el nivel de estrés mecánico sometida dicha zona.

Tejido Cartilaginoso: su importancia se destaca en los periodos iniciales de desarrollo en donde su presencia tiene mayor frecuencia en relación a otros tejidos. El cartílago por su composición conformacional es considerado con un amortiguador dinámico, su disposición bifásica en el que se mezclan un componente sólido formado principalmente por colágeno y un componente líquido compuesto del gel de proteoglicanos, le permite resistencia a movimientos compresivos.

Tejido Adiposo: sistema de amortiguación dinámica de la planta del pie para movimientos de compresión y cizallamiento. Su localización coincide exactamente con las zonas del pie encargadas de soportar las mayores cargas; el tejido adiposo se distribuye entre las distintas zonas de acuerdo a las necesidades mecánicas plantares.

Su capacidad de amortiguación depende de los siguientes factores:

- Grado de rigidez ante la cara de compresión
- Área de tejido estimulada
- Peso corporal
- Calidad del tejido conjuntivo

Tejido Muscular: en el peso de un hombre promedio, el 43 % corresponde a los músculos de los cuales 435 son músculos voluntarios, en donde se concentran más de un tercio de proteínas del cuerpo y representan la mitad de la actividad metabólica del cuerpo en reposo, el sistema músculo esquelético se activa voluntariamente, es reflejo y se contrae con rapidez.

La contracción muscular se da a nivel del sarcómero, que produce el deslizamiento de los miofilamentos de miosina sobre los de actina provocando la contracción muscular con el acompañamiento de la acetilcolina como mediador químico de los impulsos nerviosos en la unión mioneural. La frecuencia del estímulo determina el grado en que entra en acción la totalidad de un fascículo para un movimiento estimulado por el Sistema Nervioso.

Propiedad sensitiva de los ligamentos

Los ligamentos forman parte de un sistema propioceptivo articular que responde con un rápido Feed Back ligamento-músculo de protección a los movimientos normales, por tal motivo se evidencia que a nivel articular y ligamentario poseen una rica inervación.

Las fibras sensitivas aferentes se dividen en cuatro grupos:

- **Grupo I:** constituido por fibras entre 10 – 18 μm de diámetro y una velocidad de conducción superior a 60 m/ seg terminando en el órgano tendinoso de Golgi del tendón.

- **Grupo II:** formado por fibras de 5 – 12 μm de diámetro que conducen a 20-70 m/seg y terminan en los corpúsculos de Paccini y Ruffini.
- **Grupo III:** tiene un diámetro de 1- 7 μm , tiene una velocidad de conducción entre 2,5-30 m/seg.
- **Grupo IV:** conducen con una velocidad de 2,5 m/seg y junto con las fibras del grupo III forman las terminaciones libre mielínicas y amielínicas

El pie es una de las estructuras corporales que se mantiene en constante contacto propioceptiva, por ser un instrumento de contacto 'íntimo con el suelo, por lo cual es un complejo sistema óseo, muscular, ligamentario y propioceptivo que debe mantener un equilibrio para el ajuste del pie en los diferentes ciclos de la marcha en relación al suelo.

2.2.5 Bóveda Plantar

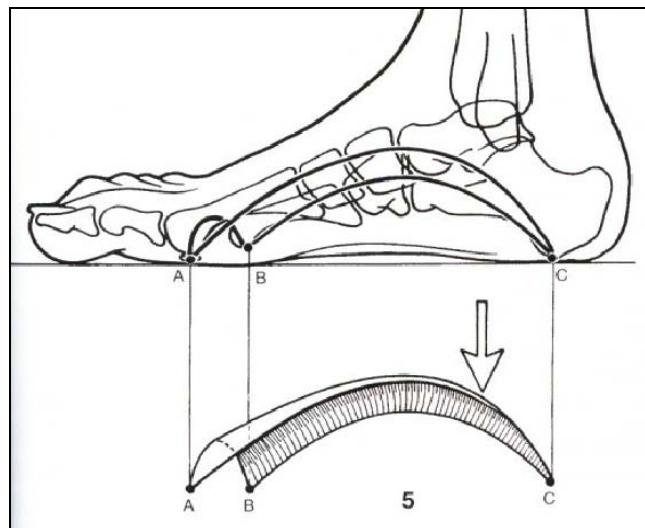


Figura 10 Bóveda Plantar. Fuente: Kapandji, I.

La bóveda plantar es un conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Gracias a sus modificaciones de curvatura y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a

cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo en las mejores condiciones mecánicas.¹⁶

El pie humano sobre el piso marca una impresión en forma de media luna de concavidad interna y que se extiende desde el talón a la cabeza de los cinco metatarsianos y por último a los dedos.

Se lo puede considerar que está formando por tres arcos:

- Arco anterior
- Arco posterior
- Arco interno

Cabe mencionar que la mayoría de definiciones autorales critican el concepto de bóveda plantar, por resaltar al pie como una estructura estática, consecuentemente se lo denomina como una armadura de carpintería puesto que los arcos corresponde a los pilares de la armadura, acercando al nuevo concepto a la realidad anatómica por su distribución ligamentaria y muscular que la conforman.

- Parte del armazón con dos vigas
- Articulación con el remate
- Base con un tirante de cubierta

2.2.5.1 Estabilidad de la Bóveda Plantar

En el pie humano normal forma una bóveda o excavación tarsometatarsiana, en lugar de tocar el suelo con toda la superficie plantar, este presenta una disposición arquitectónica que le permite formar tres arcos: uno transversal y dos laterales, argumentando la teoría de apoyo plantar en tres pilares o apoyos sobre el plano horizontal en los vértices de un triángulo.

¹⁶ Kapandji, I. Fisiología Articular. Quinta Edición. Tomo II. España. Editorial Panamericana. Pag. 226.

Puntos de Apoyo

- Posterior: constituido por el tubérculo interno y externo del calcáneo
- Interno: constituido por la cabeza del primer metatarsiano
- Externo: constituido por la cabeza del quinto metatarsiano

Arcos plantares

El pie no solo es un soporte estable sobre el que se apoya y descansa el cuerpo, sino que es mucho más. Constituye un mecanismo dinámico perfectamente preparado para posibilitar y facilitar el modo único y característico de locomoción humana.¹⁷

Arco Interno

Arco largo y alto, que se ubica entre los dos puntos de apoyo internos: primer metatarsiano y calcáneo.

El arco interno se encuentra además formado por cinco piezas óseas, de adelante hacia atrás son:

- **Primer Metatarsiano:** que contacta el suelo por su cabeza.
- **Primer Cuneiforme:** no tienen contacto con el suelo.
- **Astrágalo:** transmite las fuerzas de la pierna sobre la bóveda plantar.
- **Escafoides:** segmento óseo principal de la bóveda del arco interno, localizado a 15-18 mm sobre el suelo.
- **Calcáneo:** contacta el suelo por medio de su extremo posterior

¹⁷ Núñez Samper, (2007). Op. Cit. Pag. 83

La conservación y mantenimiento del arco interno está a cargo de los ligamentos y músculos específicos de esta región, que son los encargados de unir las cinco piezas óseas y lograr la formación del bóveda plantar

Los Ligamentos del arco interno:

- Ligamento cuneometatarsiano
- Ligamento escafo-cuneal
- Ligamento calcaneo-escafoideo inferior
- Ligamento calcaneo-astragalino

Los verdaderos tensores plantares constituyen las estructuras musculares que se unen con dos o más puntos del arco interno formando cuerdas parciales o totales al mismo tiempo el arco interno presenta grandes grados de flexibilidad por el movimiento del astrágalo sobre el calcáneo.

Los músculos del arco interno son:

- Tibial posterior
- Peroneo lateral largo
- Flexor propio del dedo gordo
- Aductor del dedo gordo

Arco externo

El arco externo cuya longitud y altura es intermedia, se ubica entre los dos puntos de apoyo externos: quinto metatarsiano y el calcáneo.

Este arco solo está formado por tres segmentos óseos:

- **Quinto metatarsiano:** localizada el punto de apoyo anterior en la cabeza de este segmento óseo.

- **Cuboides:** no tiene contacto con el suelo.
- **Calcáneo:** utiliza su tuberosidad posterior como punto de apoyo posterior del arco.

El arco externo se encuentra a una distancia del suelo de 3 a 5 mm, mientras mantiene un contacto parcial con el suelo por medio de sus partes blandas correspondientes; además de presenta mayor rigidez estructural para la transmisión del impulso motor del tríceps por medio del ligamento calcaneocuboideo plantar.

La clave de la bóveda del arco es por la presencia de la apófisis mayor del calcáneo, sitio de oposición de las fuerzas del arbotante posterior y anterior.

Este arco está conformado por tres músculos los cuales son tensores activos del arco:

- Peroneo lateral corto
- Peroneo lateral largo
- Abductor del quinto dedo

En ciertas condiciones el extensor común de los dedos y el peroneo anterior se encarga de la reducción del arco externo al actuar sobre su convexidad

Arco anterior

El arco anterior es el más corto y bajo, entre: el primer metatarsiano y el quinto metatarsiano puntos de apoyo anteriores.

Su ubicación exacta esta a nivel de la cabeza del primer metatarsiano que reposa sobre los dos sesamoideos a una altura del suelo de 6 mm hasta llegar a la cabeza del quinto metatarsiano con una altura igual al anterior de 6 mm; asimismo este arco pasa por: la cabeza del segundo metatarsiano formando una

altura de 9 mm clave de la bóveda plantar, la cabeza del tercer metatarsiano con una altura de 8,5 mm y la cabeza del cuarto metatarsiano con una altura de 7 mm.

El haz muscular del transverso del abductor del dedo gordo, formará una serie de cuerdas parciales y totales entre la cabeza del primer metatarsiano y las cabezas de los restantes metatarsianos, con el conocimiento que es un musculo poco potente, convirtiendo al arco anterior en un arco de fácil descenso resultado pie plano anterior o un movimiento de inversión resultado pie convexo anterior para la formación de callos debajo de la cabeza de los metatarsianos por una descenso de su altura.

Radios Metatarsianos

En el arco anterior terminan los cinco radios metatarsianos.

- Primer radio: forma un ángulo de 18 a 25 grados con el suelo.
- Segundo radio: forma un ángulo de 15 grados con el suelo.
- Tercer radio: forma un ángulo de 10 grados con el suelo.
- Cuarto radio: forma un ángulo de 8 grados con el suelo.
- Quinto radio: con corta diferencia del suelo a solo 5 grados.

Curva transversal

La curvatura transversal continua de adelante hacia atrás a la altura de los huesos cuneiformes, por lo tanto está formado por cuatro huesos que no contactan con el suelo más que uno de sus extremos a la altura del cuboides:

Lo conforman:

- Primer cuneiforme: sin contacto con el suelo.
- Segundo cuneiforme junto con el segundo metatarsiano forma la cúspide de la bóveda mientras se encuentra sostenido por el tendón del peroneo lateral largo de gran potencia.

- A nivel del cuboides y del escafoides el arco no tiene contacto con el suelo más que a través del extremo del cuboides.

El arqueo de la curvatura solo se mantiene sujeta por las expansiones plantares del músculo tibial posterior en su conjunto y actúan como sinergistas de la curvatura transversal los siguientes músculos:

- Abductor del dedo gordo: se localiza en dirección transversal.
- Peroneo lateral largo: de gran importancia desde la dinámica del pie ya que actúa en los tres arcos.

Curva Longitudinal

La curva longitudinal forma parte del conjunto de la bóveda plantar la cual está conformada por los siguientes músculos:

- Aductor del dedo gordo: por dentro mas el flexor propio
- Abductor del quinto dedo: por fuera

2.3 Disposición Trabecular Óseo

Wolff F. (2000) afirma que basándose en la orientación del hueso esponjoso del fémur, estableció que cada alteración en la forma y función del hueso produce cambio en su estructura trabecular y su forma externa, de acuerdo con las leyes matemáticas.

Los sistemas trabeculares del pie, de igual modo que la orientación de las superficies articulares permite la comprensión de la transmisión de las cargas o fuerzas mecánicas.

Los principales sistemas trabeculares a nivel del pie están representados por los huesos del astrágalo, calcáneo y los metatarsianos.

Astrágalo: hueso distribuidor de las cargas que proceden del resto del cuerpo por medio de la tibia y el peroné, constituido por tres sistemas:

- Primero y segundo sistemas: tibio-astragalino-calcáneo, el tibio-astragalino-escafoideo que son de proyección posterior y anterior respectivamente.
- Tercer sistema: maleolar de Roig que se encuentra en forma de dos abanicos de origen peroneal o tibial, cada uno de los cuales se extiende por medio de haces anterior, medio y posterior.
- Cuarto sistema: llamado de cohesión porque representa al surco astragalito.
- Quinto sistema: o marginal posterior que sirve de límite entre calcáneo y escafoides para el movimiento de extensión del pie.

Calcáneo: exhibe un sistema talámico, por medio del cual las trabéculas descienden en abanico de forma que la porción posterior son casi horizontales y las anteriores son verticales.

El talón por su función clave en la orientación de la bóveda plantar y distribución de las cargas o fuerzas mecánicas se mantiene mediante el sistema sustentaculum tali y del maléolo peroneo para evitar su descenso en valgo.

Metatarsianos:

- Primer metatarsiano presenta tres sistemas trabeculares que le permite trabajar en flexión:
 - Un sistema longitudinal superior y un sistema trabecular transversal que en conjunto los dos sistemas son los encargados de la transmisión

de la carga procedente del astrágalo por medio del escafoides y del primer cuneiforme.

- Tercer sistema representa las líneas de compresión del metatarsiano.
- Metatarsiano centrales presenta tres sistemas trabeculares:
 - Sistema longitudinal superior, un sistema longitudinal inferior, un sistema longitudinal trasversal.
- Quinto Metatarsiano se dispone sobre sistemas trabeculares largos por la presencia de apófisis estiloides.

2.3.1 Apoyos del Pie

2.3.1.1 Apoyo Metatarsal

Es el apoyo en que por medio del cual la fuerza procedente del astrágalo, es transmitida a los cinco metatarsianos, formado parte de la discusión sobre el real apoyo de los metatarsianos sobre el suelo, convirtiéndose en el eje de apoyo plantar, por lo cual se ha planteado tres teorías que podrían explicar el trabajo del apoyo anterior.

Primero debemos recordar que a nivel del pie la distribución de las fuerzas y cargas es por la formación de un sistema de trabéculas óseas y por otro lado las formaciones músculo ligamentosas, sin duda el pie consta de complejo estructural de apoyos plantares que son:

- Un triángulo posterior o de apoyo: que se encuentra dirigido desde el calcáneo a los metatarsianos.
- Un triángulo anterior o de propulsión: constituido por los metatarsianos y los dedos.

El apoyo plantar se encuentra fundamentado en tres teorías que se desarrollarán a continuación con el motivo de permitir una posible explicación de la valoración de la huella plantar como método de diagnóstico para diferentes modificación o adaptaciones de apoyo plantares sustentadas en el plantigrama.

2.3.1.2 Teorías de Apoyo Plantar

Teoría Clásica: fundamenta que el apoyo plantar se basa solo en la cabeza del primero y quinto metatarsiano, formando entre estas estructuras un arco anterior, el aplanamiento del arco anterior es lo que se denomina como síndrome de pie plano anterior.

Las cabezas de los metatarsianos constituyen un arco elástico que funciona a manera de resorte que su porción central tendría la capacidad a ascender o descender de acuerdo a las diferentes fases de la marcha; demostrando que el pie en carga sufre un ensanchamiento de aproximadamente un 1 cm de los metatarsianos distribuidos en 5 mm entre el primero y segundo metatarsiano, el segundo y el tercero separados 2 mm constituyendo el segmento más fuertemente unido, entre el tercero y cuarto metatarsiano existe una separación de 4 mm y finalmente entre el cuarto y el quinto metatarsiano hay una separación de 1,5 mm.

Lelièvre (2000) afirma, el pie posee puntos de apoyo mediato e inmediato, sabiendo que los puntos inmediatos serían el primero y el quinto metatarsiano, los otros metatarsianos actuarían como apoyo mediato.

Teoría del apoyo de los metatarsianos centrales: diversos autores dan a conocer que los metatarsianos centrales soportan el peso del ante pié sustentado que el apoyo plantar se localiza en las cabezas del segundo y tercer metatarsianos determinando que la cabeza del tercer metatarsiano es el punto dotado de mayor capacidad sustentadora.

Teoría del apoyo sobre todo los metatarsianos predominantemente sobre el primer metatarsiano: Staudinger (2001) pudo medir las presiones en

los diferentes puntos de apoyo de la planta del pie, sin modificar su plano de apoyo concluyendo que los puntos de máxima presión en el pie son el talón y la cabeza del primer metatarsiano, los demás metatarsianos contribuyen con la sustentación con una disminución progresiva de la cabeza del primer metatarsiano al quinto.

Determinando que si la fuerza que llegaría al pie es de seis, cada uno de los cuatro últimos metatarsianos aguantaría una parte y el primer metatarsiano resistiría el doble de cada uno de los restantes y el eje de las fuerzas del antepié pasaría precisamente sobre el segundo y tercer metatarsiano.

Actualmente se acepta que en posición de pie, todos los metatarsianos son los que soportan la carga total distribuida en igual de presiones sobre cada uno de los metatarsianos.

2.3.1.3 Distribución de las Cargas a Nivel Plantar

La transmisión del peso corporal sobre el miembro inferior, se ejerce sobre el tarso posterior, a la altura de la polea astragalina a través de la articulación tibiotarsiana, por medio de la articulación se produce una distribución de las fuerzas en tres direcciones en sentido de los tres puntos de apoyo de la bóveda plantar.

Las fuerzas que conforman el apoyo anterior e interno y el apoyo anterior y externo, forman un ángulo de 35 a 40 grados, que pertenece al ángulo entre el eje del cuello y el eje del cuerpo del astrágalo.

- **Apoyo anterior e interno:** se da por medio del cuello del astrágalo, en el soporte anterior del arco interno.
- **Apoyo anterior y externo:** se da por medio de la cabeza del astrágalo y de la apófisis mayor del calcáneo, en el soporte anterior del arco externo.

- **Apoyo posterior:** se encuentra formada por el cuello del astrágalo, la articulación subastragalina y el cuerpo del calcáneo, ubicados en los soportes posteriores y unidos con los arcos internos y externos.

La división de las fuerzas sobre los apoyos plantares antes mencionados se explica mediante la aplicación de una fuerza de 6kgm sobre el astrágalo quedando distribuidas de la siguiente forma:

- UNO Apoyo antero externo
- DOS Apoyo antero interno
- TRES Apoyo posterior

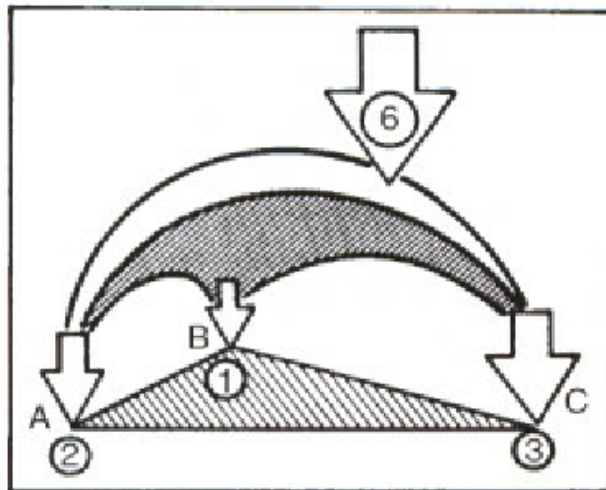


Figura 11 Distribución de la cargas plantares.
Fuente: Kapandji, I.

Mientras la bóveda plantar se encuentra bajo carga, cada arco se alarga y se aplana:

- **Arco interno:** el astrágalo retrocede sobre el calcáneo, mientras el escafoides asciende sobre la cabeza del astrágalo, al tiempo que desciende en relación al suelo, gracias a la acción de las tuberosidades posteriores del calcáneo, que se encuentran a una distancia de 7 a 10 mm del suelo, descienden 1,5 mm y la apófisis mayor desciende 4 mm.

- **Arco externo:** presenta descenso de 4 mm del cuboides, de 3,5 mm de la estiloides del quinto metatarsiano, provocando un retroceso del talón y un avance de la cabeza del quinto metatarsiano.
- **Arco anterior:** la carga sobre este arco provoca el aplanamiento y alargamiento a un lado y otro del segundo metatarsiano. Esta abertura aumenta 5 mm entre el primer y el segundo metatarsiano, 2 mm entre el segundo y tercer metatarsiano, 4 mm entre el tercer y cuarto metatarsiano, 1,5 mm entre el cuarto y quinto metatarsiano dando como resultado un aumento del antepié de 12,5 mm en carga.
- **Curvatura transversal:** sufre una disminución de su altura a nivel de los cuneiformes y el escafoides, provocando una basculación de los dos arcos en relación al apoyo externo, formando un ángulo proporcional al aplanamiento del arco interno.

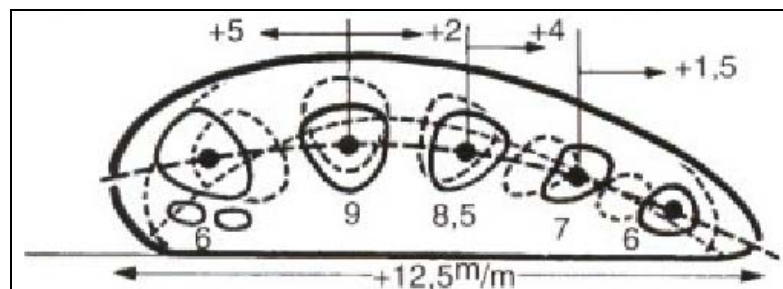


Figura 12 Distribución de la cargas plantares.
Fuente: Kapandji, I

Un desplazamiento interno de 2 a 6 mm de la cabeza del astrágalo y de 2 a 4 mm de su apófisis mayor, en consecuencia el eje del retropié se desplaza hacia adentro mientras que el eje del antepié se desvía hacia fuera. El retropié produce un movimiento en aducción pronación y ligera extensión, mientras que el antepié realiza una flexión abducción supinación, lo cual puede probar el fenómeno de pie plano valgo.

2.4 Líneas de Fuerza

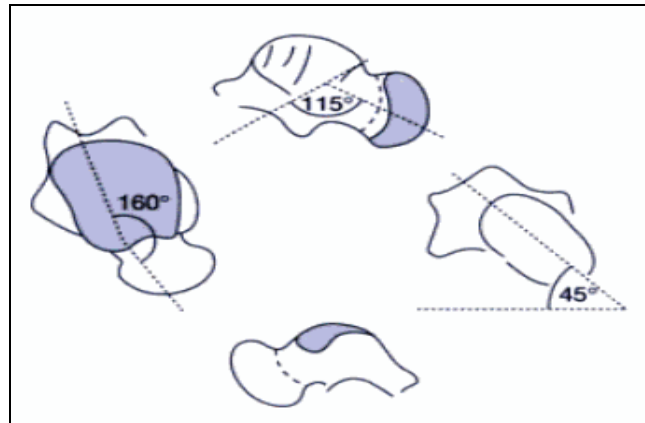


Figura 13 Líneas de Fuerza.
Fuente: Moreno de la Fuente J.

El hueso astrágalo conserva tres líneas fuerza: el ángulo de declinación del cuello y cuerpo, ángulo de torsión, ángulo de inclinación.

- Ángulo de declinación del cuello y el cuerpo: se encuentra en la cara dorsal, abierto hacia adentro, regula la orientación de las líneas fuerzas y tiene un valor medio de 160 grados.
- Ángulo de torsión: en la cara anterior, en relación al eje mayor de la cabeza y la recta al borde inferior del cuerpo. Su ángulo se encuentra entre 45 y 61 grados.
- Ángulo de inclinación: abierto hacia abajo y tiene grados que forman un ángulo entre 110 y 158 grados

La situación del astrágalo sobre el calcáneo se da por sus dos superficies articulares inferiores, que separan el seno del tarso, de manera que la superficie postero-externa de forma cóncava encaja en la superficie convexa y oblicua de 45 grados del calcáneo. La superficie antero interna convexa descansa sobre la superficie homóloga del calcáneo.

El calcáneo a nivel superficial su cortical mide aproximadamente 4 a 5 mm lo que da lugar al macizo talámico en la superficie postero externa y el seno del

tarso, como se menciona en el capítulo anterior el hueso del calcáneo se encuentra formado por un sistema trabecular óseo y esponjoso que se puede observar en un corte sagital.

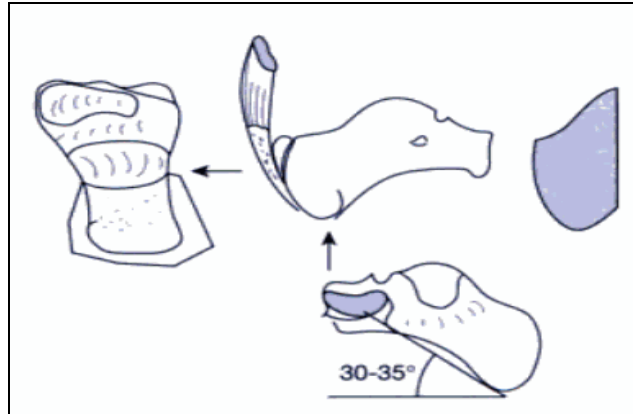


Figura 14 Imagen Tarsal.
Fuente: Moreno de la Fuente J.

2.5 Principio del Equilibrio

El principio del equilibrio propone que los movimientos integrados conduce a otro movimiento, el condicionamiento estándar menciona que existe un equilibrio entre las estructuras con conservación de una situación estático- dinámica, por el contrario si no se logra dichas compensaciones, no existirá un equilibrio en la función por el contrario se formarán futuras alteraciones funcionales.

2.6 Principio de los Movimientos Integrados

La funcionalidad de los segmentos del pie no se puede analizar de forma aislada, pero los movimientos sí; demostrado mediante la explicación de la orientación del pie no solo es posible por la articulación tibioastragalina, sino se da por una suma de articulaciones tibioastragalina y subastragalina.

2.7 Los Músculos y el Movimiento

La musculatura del pie actúa por medio de tres funciones básicas:

- La conservación de la forma
- Acción anti gravitatoria
- Acción propulsora

Para la demostración de la conservación de la forma Obredanne (2000), afirma que la representación de los músculos del pie, son como cuerdas que hacen mover una marioneta. En equilibrio con actividad o sin ella, mantiene la forma normal, cuando hay mayor tracción sobre una o varias cuerdas del pie estimulado, se deforma en talo, en cavo, etc.

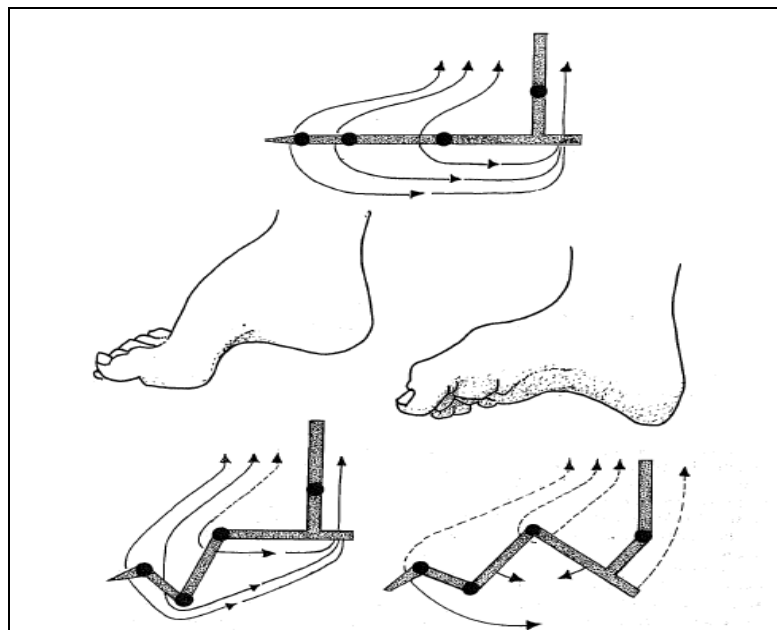


Figura 15 Fantoma de Obredanne representa los músculos como las cuerdas de una marioneta.
Fuente: Miralles, R.

El tono muscular, basta para que el individuo se mantenga en posición bipodal y luche contra la gravedad, la postura en pie es excepcional y en el individuo suele realizar un cierto balanceo por lo cual los músculos se van contrayendo de forma alternante.

La función primordial de los músculos del pie, es la marcha, participando en conjunto con la gravedad y la inercia para llegar a la deambulación.

Por tal motivo a la musculatura del pie de acuerdo a la funcionalidad en la marcha se dividió en:

- **Sistema muscular extrínseco:**

Que se divide en dos regiones o compartimientos por la presencia de la membrana interósea. El compartimento anterior formado por los músculos extensores del pie y el tobillo, el compartimento externo constituido por los músculos peroneos, el compartimento posterior formado por el tríceps sural y por último el compartimento interno formado por el tibial posterior.

- **Sistema muscular intrínseco:**

Llamado también sistema muscular de los músculos cortos formando la estructura del pie y los dedos. Los músculos intrínsecos se fijan por sus dos extremos en los huesos del pie, por tal motivo cumplen la función fundamental de sostén del peso corporal y el mantenimiento de la bóveda plantar en complemento a la ayuda ligamentaria.

Se encuentra dividido por regiones dorsalmente el musculo del pedio, en la región plantar interna los músculos abductores, aductores y flexores cortos del primer dedo, en la región plantar externa se encuentra el musculo abductor del quinto dedo, el flexos corto y el oponente del quinto dedo y en la región plantar media el musculo flexor corto plantar, el musculo accesorio del flexor largo, los interóseos y los lumbricales.

2.8 Cinemática Específica del Pie

El pie en su conjunto puede realizar movimientos combinados que tiene lugar en los tres planos del espacio.

En el estudio de la cinemática del pie se puede constatar que no realiza movimientos puros sobre los tres planos anatómicos:

- **Plano sagital:** movimientos de flexión dorso-plantar en el eje lateral.
- **Plano frontal:** movimientos de abducción y aducción, ubicado en el eje antero-posterior.
- **Plano transverso:** produce movimientos de rotación interna y externa en el eje vertical.

El pie sufre cambios en sus movimientos sobre los planos anatómicos debido a que entre la pierna y el pie presenta una angulación de 90 grados, provocando en el plano frontal del pie, produzca movimientos de rotación en el eje antero posterior consecuentemente en el plano horizontal provoca movimientos de aproximación y separación en el eje vertical del pie respecto al plano medio sagital del cuerpo mientras en plano no sufre variaciones.

Los ejes de giro de la mayor parte de las articulaciones del pie no coinciden con los ejes espaciales, por lo que las articulaciones del tobillo y las articulación de amortiguación del pie la subastragalina, medio-tarsiana, inter-tarsiana y la unión del tarso con las bases de los metatarsianos poseen ejes de movimientos cuya direcciones son oblicuas, estos movimientos produce un desplazamiento de las articulaciones en los 3 planos del espacio o movimiento triplanar y si aislamos los movimientos del pie producirá una subluxación o bloque del pie.

El pie tiene movimientos en los tres planos flexo- extensión, rotación interna-externa, y la pronosupinación, las articulaciones que participan en estos movimientos se pueden agrupar en dos supra estructuras articulares:

- Las del Movimiento
- Las de adaptación del pie al terreno



Figura 16 Articulaciones de movimiento y de adaptación del pie.
Fuente: Semiología de las enfermedades reumáticas

2.8.1 Articulaciones del Movimiento

2.8.1.1 Articulación Tibioperoneoastragalina

La articulación realiza un movimiento de flexo-extensión de los cuales se distribuyen, de 15 a 20 grados de flexión dorsal y de 40 a 50 grados de flexión plantar.

2.8.1.2 Articulación de los Dedos

La articulación metatarso falangia del primer dedo, la cabeza metatarsiana y la cavidad glenoidea de la falange, posee en su cara plantar el sistema glenosesamoideo, formado por el cartílago glenoideo que amplía la capacidad de ampliar la cavidad de la falange que se encuentra en estrecha unión.

Los dos sesamoideos sirve de inserción a los músculos plantares cortos de la parte interna del pie entre los cuales podemos mencionar al interno, al flexor, al aductor y a los dos fascículos del abductor, los cuales por medio de los ligamentos gleno-falángicos sirve como instrumentos de transmisión de la fuerza hacia el dedo gordo provocando una fuerte sujeción del dedo gordo sobre el suelo en la posición de puntilla y manteniendo el equilibrio corporal.

El sistema permite que en los movimientos de flexo-extensión del metatarsiano, la cabeza del metatarsiano realice un giro pero sin traslación manteniéndolo aplicado sobre el suelo a todo el dedo.

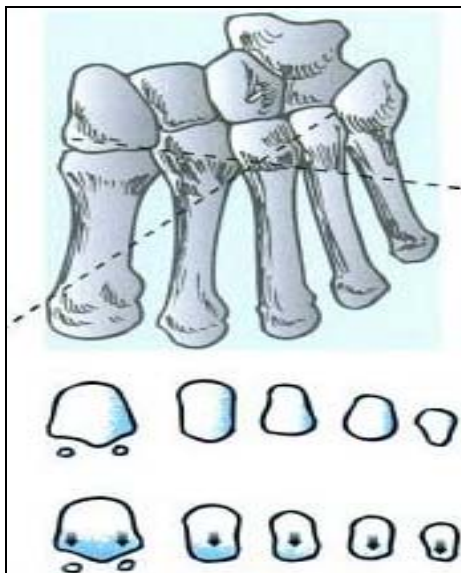


Figura 17 Biomecánica de las articulaciones de los dedos.
Fuente: Semiología de las enfermedades reumáticas

2.8.2 Articulaciones de Acomodación

La operación de la articulaciones subastragalina y la articulación mediotarsiana también denomina de Chopart (articulación astragaloescafoidea y articulación calcaneocuboidea), que actúan en forma conjunta.

2.8.2.1 La Articulación Subastragalina

Es la que forma la cara inferior del astrágalo y la cara superior del calcáneo la cual se divide en postero-externa y antero-interna.

La articulación se encuentra fijada por: su potente capsula, el ligamento cervical y finalmente por el ligamento interóseo astrágalo-calcáneo.

2.8.2.2 La Articulación de Chopart

Conformado por los huesos calcáneo y cuboides unidos por el ligamento calcaneocuboideo inferior que por medio de sus dos fascículos estabiliza el pie de apoyo o pie calcáneo

2.9 Marcha Humana

La principal diferencia del ser humano del mundo animal es la marcha bipodal, sin embargo es un proceso innato aprendido y al mismo tiempo considerado una serie de periodos sucesivos desde que se encuentra en una cavidad denominada modelo uterino es decir en ausencia de gravedad, podemos encontrar en el feto desviaciones o alteraciones de los ejes.

Al nacimiento el niño presenta un pie no apto para el soporte de carga, con un sistema esquelético en formación y por ultimo un sistema muscular y neurológico en fase inmadura por lo que se requiere un tiempo de maduración sistemática.

- Aproximadamente a los 8 meses de edad el niño puede mantenerse de pie.
- A los 14-15 meses de edad camina sin medios de soportes (mesas, sillas, paredes) ni ayuda.

Al ser la marcha un proceso aprendido, se encuentra sujeta a variaciones personales en el transcurso de su desarrollo y maduración, determinadas por factores como la longitud de los segmentos corporales o la masa puestos en movimientos por fibras musculares que también sufren variaciones tanto en longitud como grosor

2.9.1 El Ciclo de la Marcha

La marcha humana se la define Vera P, (2010) como una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco, que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad con un mínimo gasto de energía.

2.9.1.1 Fases del Ciclo de la Marcha

- Fase de apoyo
- Fase de balanceo

Las fases del ciclo de la marcha se determinan: la fase de apoyo cuando el pie se encuentra en contacto con el suelo para luego pasar a la fase de balanceo cuando el pie no se encuentra en contacto con el suelo, las cuales se alternan una con otra.

La marcha al constar por dos fases: la fase de apoyo y la fase de balanceo se la ha dividido por grupos de intervalos.

- La fase de apoyo se encuentra distribuida en cinco intervalos.
- Contacto del talón: momento en que el talón toca con el suelo.
- Apoyo plantar: hace mención al contacto de la parte anterior del pie con el suelo.
- Apoyo medio: el trocánter mayor del fémur se encuentra en perfecta alineación vertical con el centro del pie desde el plano sagital.
- Elevación del talón: momento de elevación del talón del suelo.
- Despegue del pie: elevación de los dedos del pie del suelo.

Mientras tanto la fase de balanceo se la dividió en tres intervalos:

- Aceleración: movimiento hacia delante de la pierna inmediatamente después de que los dedos se separan del suelo.
- Balanceo Medio: es el movimiento por medio del cual la pierna en movimiento rebasa a la pierna en apoyo a manera de péndulo.
- Desaceleración: momento de desaceleración o freno al llegar al final del intervalo.

2.9.1.2 Tiempos de la Marcha

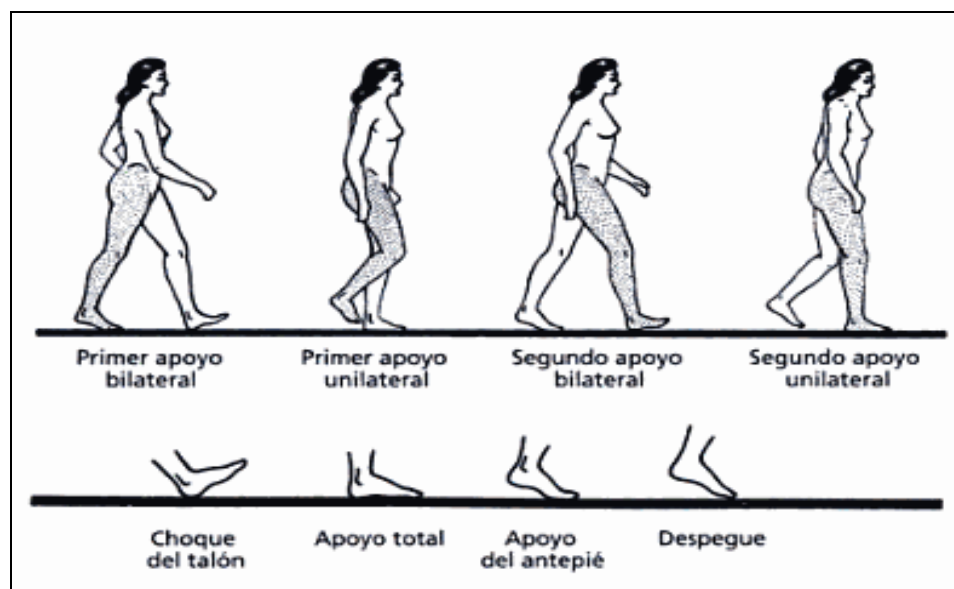


Figura 18 Tiempos de la Marcha.
Fuente: Núñez Samper M.

Durante la aplicación de la marcha podemos observar los siguientes tiempos:

- **Primer doble apoyo:** caracterizado por la ubicación de los dos pies en contacto con el suelo, el primero iniciando el contacto del talón y el segundo iniciando la fase de despegue por el apoyo de la cabeza del primer metatarsiano y el pulpejo del primer dedo.

- **Primer apoyo unilateral:** el pie de apoyo del primer dedo se despegaba del suelo e inicia una fase de oscilación o paso de la vertical, por lo tanto el peso corporal solo se soporta en una extremidad.
- **Segundo doble apoyo:** similar al primer doble apoyo, pero con la variante que el pie que antes despegaba ahora contacta con el talón y termina el periodo de oscilación; mientras que el otro pie se encuentra apoyado por el primer dedo listo para la fase de despegue.
- **Segundo apoyo unilateral:** de igual forma similar al primer apoyo unilateral, alternando los pies el pie en oscilación cambia por la fase apoyo y viceversa.

El Instituto de Biomecánica de Valencia afirma que, el tiempo gastado durante cada una de las fases del ciclo de la marcha se da a una velocidad normal de 100 a 115 pasos por minuto; distribuido según las fases del ciclo de la marcha en:

- La fase de apoyo le corresponde el 60% del ciclo.
- La fase de balanceo con un 40 % del ciclo.
- El doble apoyo es de 20 % del ciclo.

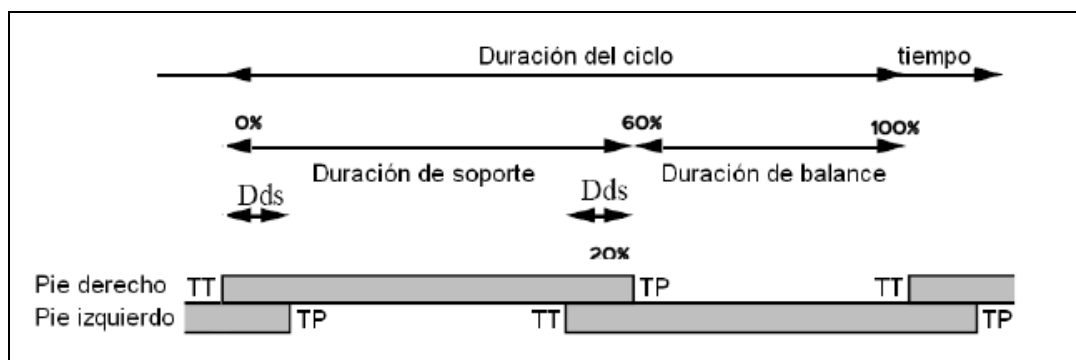


Figura 19 Estructura temporal del ciclo de la Marcha Humana. Dds: Doble duración de soporte, TT: Toque de Talón y TP: Toque de punta.

Fuente: Biomecánica de la Marcha

2.9.2 Cinemática de la Marcha en Plano Sagital

Vera, P. (2010) afirma que el análisis cinemático, describe los movimientos del cuerpo en conjunto y los movimientos relativos de las partes del cuerpo, durante las diferentes fases de la marcha.

Se describe la acción pie, rodilla y cadera en el ciclo de la marcha.

Intervalo 1

El pie

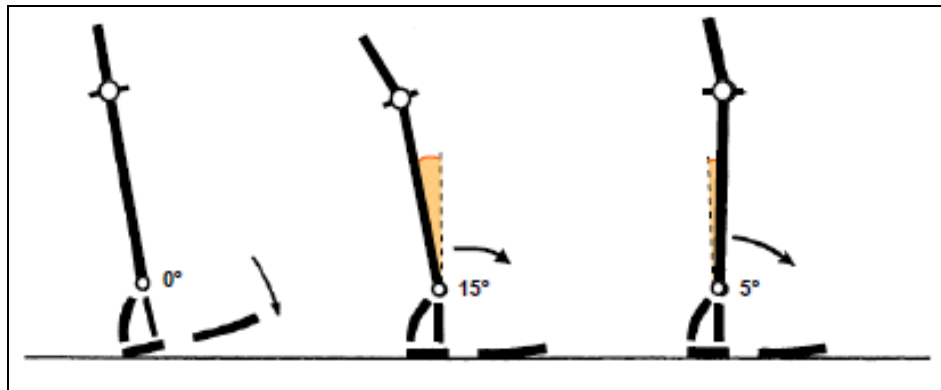


Figura 20 El pie en Intervalo 1.

Fuente: Biomecánica de la Marcha

- Antes del contacto del talón con el suelo: la articulación del tobillo se encuentra en posición neutra a 0 grados, entre la dorsiflexión y la flexión-plantar.
- Planta del pie en contacto con el suelo: provoca un movimiento en la articulación del tobillo de 15 grados de la posición neutra inicial que le lleva a la flexión plantar.
- En la fase media: el tobillo se mueve en 5 grados de dorsiflexión

La rodilla

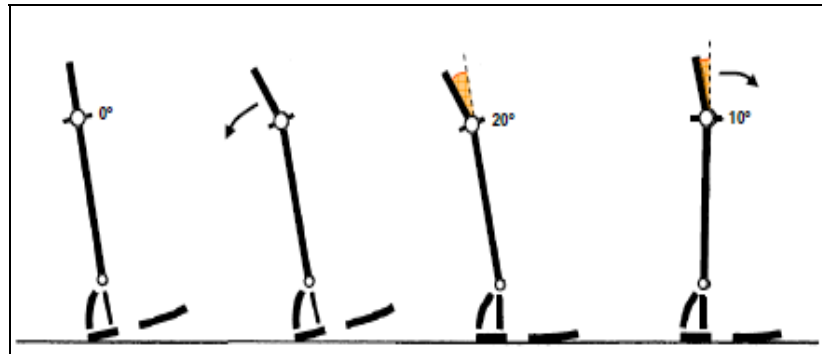


Figura 21 Rodilla en Intervalo 1 de la Marcha.

Fuente: Biomecánica de la Marcha

- Antes del contacto del talón con el suelo: articulación de la rodilla en completa extensión.
- Después del contacto del talón con el suelo: la rodilla provoca una flexión y continúa hasta alcanzar que la planta del pie sea plana en el suelo.
- Posición plana del pie: el ángulo de la rodilla es de 20 grados de flexión e inicia la extensión.
- Apoyo medio: la rodilla con un ángulo de 10 grados flexión u continua su extensión normal.

La cadera

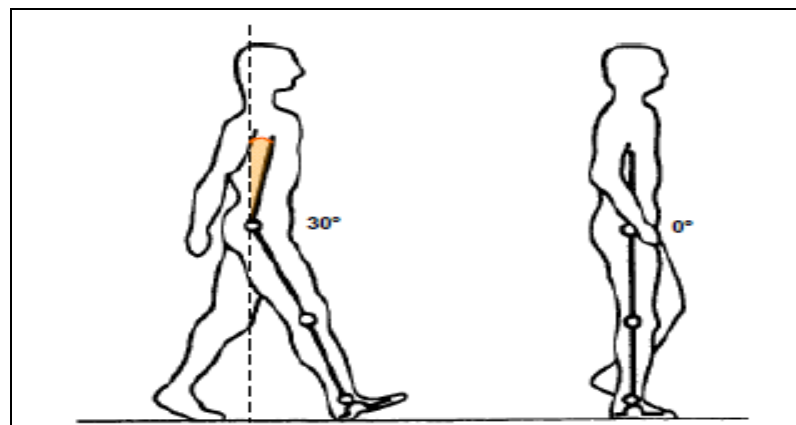


Figura 22 Cadera en Intervalo 1 de la Marcha.

Fuente: Biomecánica de la Marcha

- Antes del contacto talón con el suelo: la cadera forma un ángulo de 30 grados de flexión.
- Después del contacto del talón con el suelo: inicia la extensión de la cadera.
- Posición plana del pie en el suelo: provoca que el ángulo de flexión de la cadera disminuya a 20 grados.
- Entre la posición del pie plana y el apoyo medio: la articulación de la cadera se encuentra en posición neutral.

Intervalo 2

El movimiento del pie, rodilla, cadera entre el apoyo medio y despegue del talón.

El pie

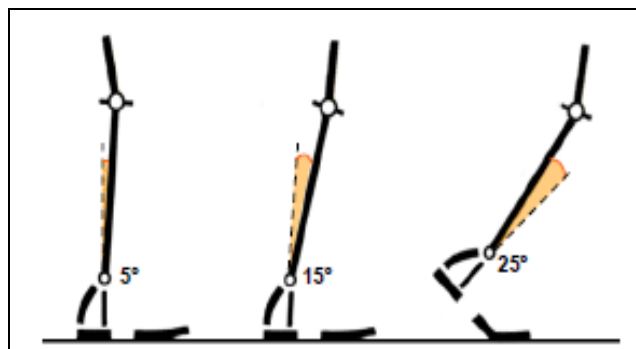


Figura 23 El pie en Intervalo 2 de la Marcha.
Fuente: Biomecánica de la Marcha

- En el apoyo medio: la articulación del tobillo forma un ángulo de 5 grados de dorsiflexión.
- Despegue del talón del suelo: el tobillo se encuentra a 15 grados de dorsiflexión.

- Entre la elevación del talón y despegue del pie: la articulación del tobillo alcanza los 35 grados, con lo que al despegar el pie del suelo la articulación alcanza una flexión plantar de 20 grados.

La rodilla

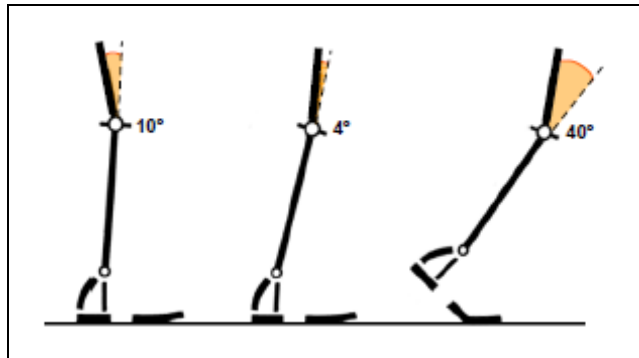


Figura 24 Rodilla en Intervalo 2 de la Marcha.
Fuente: Biomecánica de la Marcha

- En el apoyo medio: forma un ángulo de 10 grados de flexión y sigue su extensión.
- Antes de que pierda contacto el talón con el suelo: la rodilla tiene 4 grados de extensión completa.
- Entre el despegue del talón y el de los dedos: pasa de la extensión casi completa a una flexión de 40 grados.

La cadera

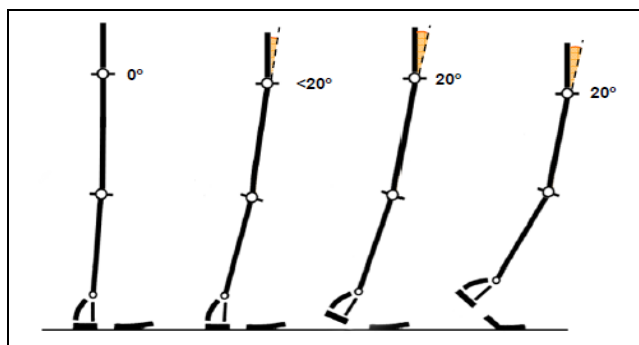


Figura 25 Rodilla en Intervalo 2 de la Marcha.
Fuente: Biomecánica de la Marcha

- Apoyo medio: la cadera en posición neutra 0 grados e inicia la extensión.
- Después del despegue del talón: la cadera en hiperextensión de 20 grados.
- Despegue de los dedos del suelo: cadera en posición neutra y se mueve en dirección de la flexión.

Intervalo 3

Representa a los movimientos de las articulaciones en la etapa de balanceo

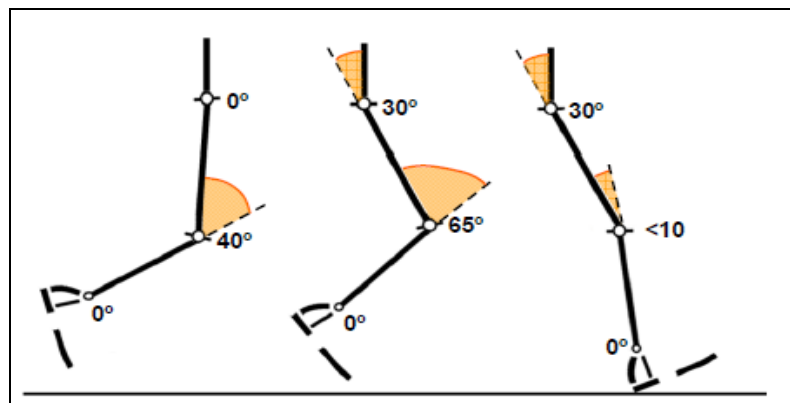


Figura 26 Articulaciones en Intervalo 3 de la Marcha.
Fuente: Biomecánica de la Marcha

El pie

- Etapa de balanceo: el pie se traslada a la posición inicial de flexión plantar al desprenderse del suelo a una posición neutra de 0 grados durante toda la etapa de balanceo.

La rodilla

- Entre el despegue del pie y parte media de balanceo: provoca una flexión de la rodilla de 40 grados hasta un ángulo de flexión máximo de 65 grados

- Parte media de la etapa de balanceo y el contacto del talón: extensión de rodilla completa hasta el último momento de la etapa de balanceo

La cadera

- Etapa de balanceo: inicia en posición inicial, luego una flexión de cadera de 30 grados.

2.9.3 Cinética del pie

La aceptación del peso da inicio al contacto inicial con la superficie y la respuesta de la carga de la extremidad, se puede describir en este momento un sistema de balanceo, que se identifica por el contacto inicial con el talón y una respuesta de carga, seguida por una fase terminal y culmina en la pre oscilación o balanceo metatarsiano o del antepié.

El mecanismo de la marcha se lo desarrollo anteriormente en el presente capítulo, por consiguiente centraremos el estudio al funcionamiento estático y dinámico a nivel del pie teniendo en cuenta que este mecanismo per se corresponde a un complemento del proceso de la marcha como una unidad, se lo puede resumir según dos procesos completamente claros en relación al pie:

Periodo estático o Apoyo (60%):

- Contacto inicial (contacto del talón)
- Respuesta de carga (aplanamiento del pie)
- Fase estática media
- Fase estática terminal (elevación del talón, despegue)
- Fase preoscilatoria (despegue de los dedos del pie)

Periodo Oscilatorio o Balanceo (40%)

- Fase oscilatoria inicial (aceleración)
- Fase oscilatoria media
- Fase oscilatoria terminal (desaceleración)

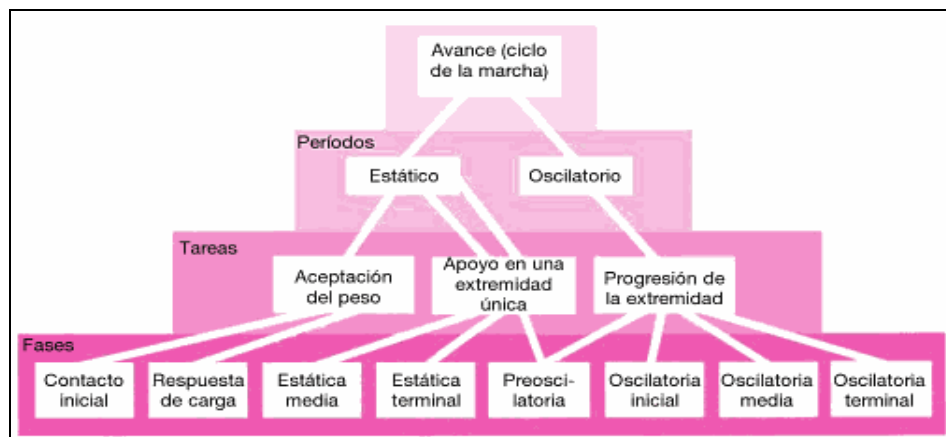


Figura 27 División de la marcha (adaptada de Perry, 1992).

Fuente: Aplicación de las técnicas neuromusculares. Tomo II. Extremidades inferiores

En la aceptación del peso corporal, el talón funciona como un balanceador, por lo que la porción posterior del calcáneo tiene un contacto con la superficie y el cuerpo se balancea sobre la superficie o se en el instante en que el resto del pie cae al suelo en respuesta de la carga o aplanamiento del pie; movimiento que es desacelerado por los dorsiflexores, que restringen el movimiento a nivel del tobillo y tienen una importante adaptación al absorber el impacto.

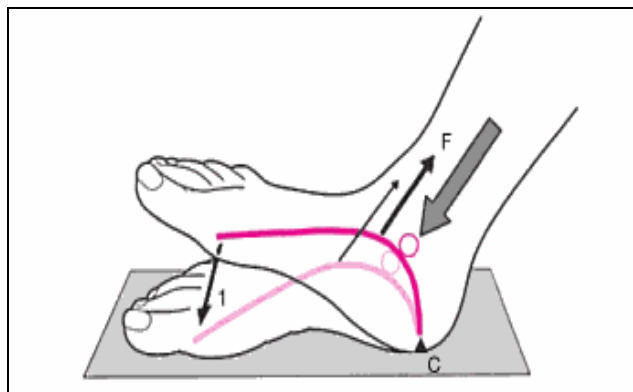


Figura 28 Balanceo del talón. F: flexores del pie, 1: el impulso proveniente de la pierna aplana el pie contra el suelo, C: apoyo posterior de la bóveda plantar.

Fuente Kapandji, I.

En la fase estática media se produce el apoyo sobre una única extremidad, promoviendo la adaptación de todo el peso del cuerpo y la reposición lateral de la unidad pasajera para alinearse sobre el pie portador del peso; mecanismo mediado por el músculo sóleo que actúa como medio estabilizador de la parte inferior de la pierna mientras simultáneamente a la tibia avanza sobre el tobillo.

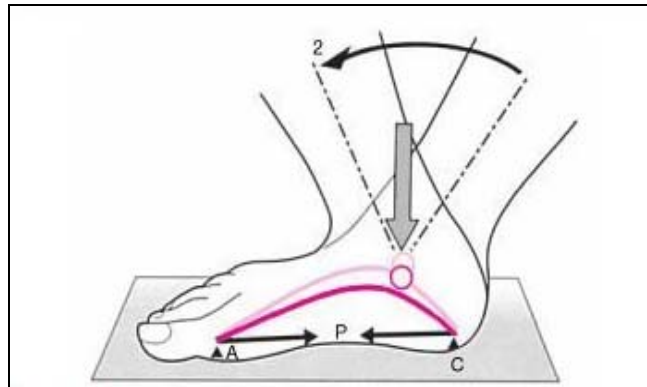


Figura 29 Balanceo del tobillo. 2: movimiento de la tibia de extensión a flexión. P tensores plantares. A: apoyos anteriores. C: apoyos posteriores de la bóveda plantar.

Fuente: Kapandji, I.

En el momento que el pie se prepara para abandonar el suelo o despegue, el talón se eleva del piso inicio de la fase estática terminal y produce un movimiento de desvío hacia las cabezas de los metatarsianos, que funcionan como balanceadores del antepié en la fase preoscilatoria y da paso al periodo oscilatorio.

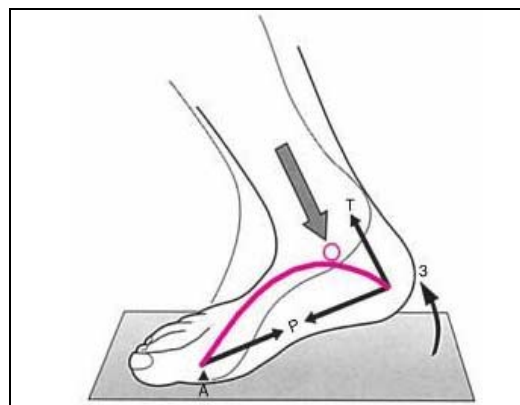


Figura 30 Balanceo metatarsiano. 3: el talón se eleva, P: tensores plantares, A: apoyo anterior de la bóveda plantar, T: tracción por parte de los músculos gemelos y sóleo (tríceps sural).

Fuente: Kapandji, I.

Por último la fase pre oscilatoria, por acción de la vigorosa acción del gastrocnemio y sóleo para desacelerar el avance tibial contribuye al inicio de la rápida flexión de la rodilla así como la flexión plantar.

Las fases oscilatorias realizan movimientos hacia delante sin contacto del pie sobre el suelo.

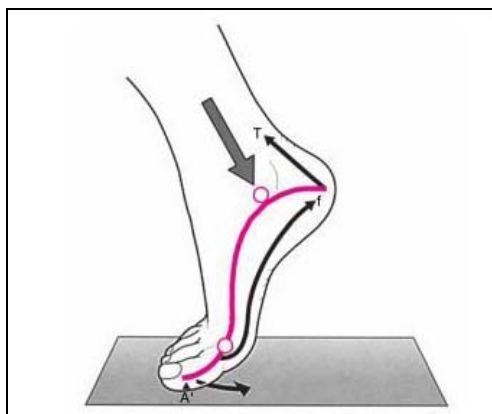


Figura 31 Preparación para el despegue de los dedos del pie. 4: Fuerza propulsora proporcionada por los flexores de los dedos del pie (f), A: apoyo anterior en el traslado del dedo gordo.
Fuente: Kapandji, I.

2.9.4 Fisiología del Pie

El pie es el resultado de la evolución hacia la posición vertical o bípeda entre sus funciones principales que han sido desarrolladas a lo largo de este capítulo, podemos nombrar la relación del pie con el mundo exterior y la informarnos que proporciona para una adaptación al entorno.

Raimondi (1995) menciona que el pie es una estructura tridimensional, órgano sensorial, órgano motor, órgano amortiguador, órgano reflexógeno que presupone una línea mediana, curvilínea de 21,3 grados para permitir que la fuerza- peso se centre sobre el triangulo de la talla. Esta línea se cierra con los dos radios.

El pie desde su estructural inicial con características prensiles y apto para trepar, ha sufrido una serie de transformaciones y adaptaciones a la posición erecta sobre el suelo, como resultado a modificado sus relaciones de elasticidad y

rigidez en función de la gravedad, convirtiéndose en una estructura con gran capacidad de almacenar gran cantidad de energía de deformación, sin sufrir grandes alteraciones pero adquiriendo capacidad de resistencia.

El pie actúa como órgano sensorial, posee informadores o receptores dispuestos en músculos, ligamentos, articulaciones, capsulas articulares y piel. Los receptores son informadores de la postura estática, dinámica y de energía que actúa sobre el mismo que transforma la energía mecánica en energía neuroeléctrica

El pie posee un conjunto de órganos y corpúsculos esparcidos sobre la planta del pie, que junto con las aferencias visuales y vestibulares, informa de la postura del cuerpo en relación al campo gravitacional y situación articular para dar paso a la respuesta motora por medio de un sistema de retrocontrol o Feed Back de control superior.

CAPÍTULO III

3 EL PIE UNA UNIDAD

Se considera el pie como un soporte para la posición bípeda por ser una estructura tridimensional variable, base del servomecanismo, debido a la propioceptividad originada en la planta del pie. No se trata de una unidad anatómica simple, ya que en este caso la anatomía y la función están implícitamente vinculadas y no podríamos entender la una sin la otra.¹⁸

En su estudio debe considerar que el pie no es un elemento aislado, sino como parte de una unidad motora, formando parte de toda la extremidad inferior desde el nivel de la pelvis, además cabe mencionar que la extremidad inferior es un sistema motor doble lo que permitirá un análisis comparativo con el sistema contralateral.

A la posición bípeda el pie es el soporte del cuerpo y adapta su morfología a la carga muy distinta a su situación sin carga, por ello la exploración del pie debe realizarse en bipedestación y en descarga por el gran motivo de que esta unidad es una estructura ajustada al movimiento o dinámica inclusive en una posición de pie se activa la necesidad del mantenimiento del equilibrio, lo que obliga al pie y a las estructuras anatómicas adyacentes a realizar pequeños movimientos antigravitatorios para logra una armonía tanto en lo estático como en la dinámico.

3.1 Alteraciones del Pie

Es muy difícil describir qué es un pie normal y qué es un pie anormal, lo que podría considerar un pie normal para una raza sería anormal en otra. Es posible considerar normales a distintos tipos de pie. Se recomienda sustituir el término de pie normal por pie bien equilibrado.

¹⁸ Miralles, R. (2007). Op. Cit.

En este sentido hay que tener en cuenta también la edad del individuo; la existencia de un pie plano a los dos años de edad se lo puede considera como fisiológica, que en un adulto es patológico.¹⁹

Fitzgerald y colaboradores en su libro Ortopedia de igual forma José Luis Moreno de La Fuente en su libro Podología Física, nos presenta una clasificación estructural básica del pie, que ha servido de base para la elaboración de las fichas de evaluación del presente estudio descriptivo. La clasificación presentada y adaptada para el desarrollo de la disertación es en posicionales y estructurales con modificaciones adaptadas a las situaciones de un pie pediátrico.

3.1.1 Alteraciones Posicionales

Las alteraciones posicionales que toma como referencia a los planos anatómicos de orientación posicional en su respectivo plano.

3.1.1.1 Plano Frontal

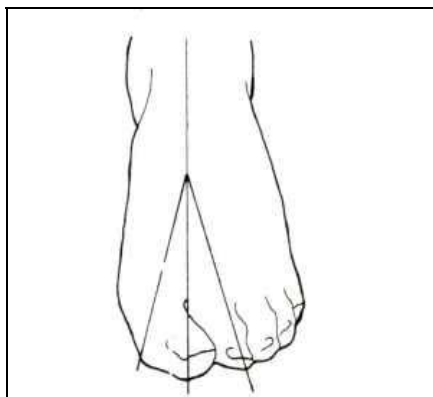


Figura 32 Alteraciones en el plano frontal.

Fuente: Patologías de los pies:

<http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/pies/pies.htm>

- **Pie Abducto:** pie se encuentra desviado hacia fuera de la línea media.
- **Pie Adducto:** pie desviado hacia la línea media del cuerpo.

¹⁹ Ibídem.

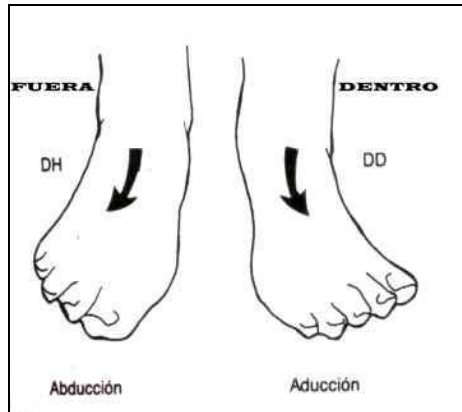


Figura 33 Pie abducto y Pie aducto.

Fuente: Patologías de los pies:

<http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/pies/pies.htm>

3.1.1.2 Plano Transverso

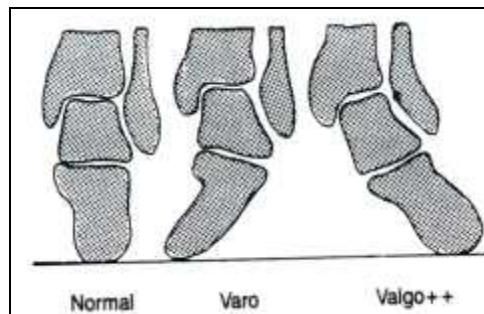


Figura 34 Alteraciones del apoyo posterior definen valgo o varo.

Fuente: Patologías de los pies:

<http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/pies/pies.htm>

- **Pie Varo:** talón orientado hacia dentro.
- **Pie Valgo:** talón orientado hacia fuera

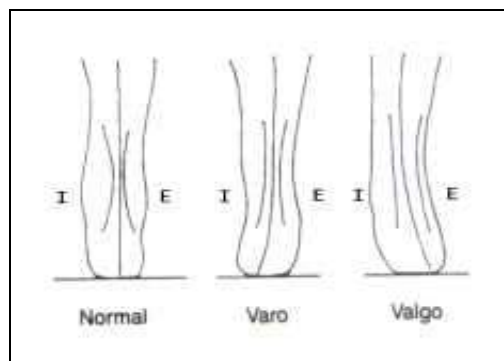


Figura 35 Valgo y varo del pie.

Fuente: Patologías de los pies:

<http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/pies/pies.htm>

3.1.1.3 Plano Sagital

- **Pie talo:** Conocido también como Pie Calcáneo, tiene como característica principal una rigidez de la articulación tibioperoneastragalina en dorsiflexión, su apoyo plantar se realiza únicamente sobre el retropié, lo cual disminuye la base de sustentación y disminuye su estabilidad articular. Pie fijo en flexión dorsal.

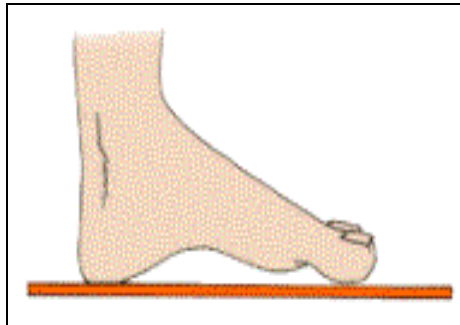


Figura 36 Pie Talo.

Fuente: Defectos Posturales de los Miembros Inferiores:
<http://www.arcesw.com/dpmi.htm>

- **Pie Equino:** José Luis Moreno de la Fuente (), define al pie equino como la deformidad en que la articulaciones tibioastragalina no alcanza los 10 grados de dorsiflexión, con la rodilla en flexión, rango necesario durante la fase de despegue del talón. Pie en flexión plantar.

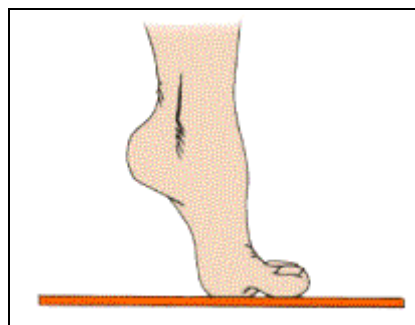


Figura 37 Pie Equino.

Fuente: Defectos Posturales de los Miembros Inferiores:
<http://www.arcesw.com/dpmi.htm>

3.1.2 Alteraciones Estructurales

3.1.2.1 Pie Plano

Mosca, V (2002) expresa que el pie plano se caracteriza por la depresión excesiva del arco longitudinal, por otra parte el punto en que un arco normal descendido se transforma en un pie plano se desconoce, al no existir ninguna definición clínica ni radiológica de la altura promedio o el límite normal de la altura del arco longitudinal, que haya sido aceptada internacionalmente; haciendo de esta definición un tema subjetivo de parte de los investigadores, afirmando de que existe unos arcos más bajos que otros.

Harris y Beath realizaron un estudio con una muestra de 3600 participantes de obteniendo los siguientes resultados: el 23% de la muestra se diagnóstico con pie plano, a la vez subclasificándolo en pie plano flexible, que corresponde a los dos tercios de los diagnosticados con pie plano, manejado un concepto de pie plano flexible como un pie de contorno normal de un pie fuerte y estable y de poca consecuencia de discapacidad.

Desde el nacimiento el pie plano flexible, se lo puede observar fisiológicamente, los estudios de huellas de pies y radiológicos confirman, que el arco longitudinal se desarrolla espontáneamente entre los 4 a 5 años de edad.

Siendo consecuencia de investigación la edad promedio de formación del arco longitudinal tengo la obligación de dar a conocer el sin número de referencias bibliográficas sobre esta edad de culminación de la formación del arco longitudinal:

El pie normal puede tener aspecto de pie plano hasta los 3-5 años de edad. Las razones de ello radican en la laxitud ligamentosa, la flexibilidad del cartílago, el desarrollo neuromuscular y la presencia de grasa subcutánea ocupando espacio en el arco plantar.²⁰

²⁰ Taylor, R. (2006). Medicina de Familia Principios y Práctica. Sexta Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A

Núñez Samper afirma que el pie plano infantil tiene una incidencia de alrededor del 10% en niños comprendidos entre los 4 y 7 años de edad, que se encuentra entre los motivos de consulta más frecuente sobre patologías del pie.²¹

Entre los más relevantes investigadores mencionamos a Viladot, manifiesta que entre los 2-3 años de edad hasta los 9 -10 años de edad, se trata generalmente de niños hiperlaxos, que con frecuencia presentan genu valgum y maniobras de hiperlaxitud positiva.²²

Por tal motivo la presente investigación se ha elaborado, con un rango promedio de edad de entre 6 a 8 años, a causa de no contar un estándar de oro para su respectiva medición; en el Ecuador son pocos o nulos los valores de referencia propios con los que contamos, y como medio alternativo se adopta mediciones, valores, rangos de países vecinos ya sea Colombia o México, sin dejar de mencionar que los dichos valores pueden o no estar determinados por: un patrón hereditario, ambiental y físico, está en cada uno de los profesionales, en este caso en el ámbito de la salud el emprender una nueva vía de investigación en el Ecuador.

Clasificación del pie plano

La clasificación del pie plano se da acuerdo al origen de la deformidad de la siguiente forma:

- **Pie plano por alteraciones óseas**

Se caracteriza por la destrucción del arco longitudinal interno, por la presencia de anomalías en los segmentos óseos, el origen de estas alteraciones óseas puede ser embrionario o tras procesos traumatológicos, así como procesos que interfieran en su osificación.

²¹ Núñez Samper, (2007). Op. Cit.

²² Viladot, A. (2002). Quince Lecciones Sobre Patología Del Pie. Segunda Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.

- **Pie plano por alteraciones óseas congénitas**

- **Pie plano por sinostosis del tarso.** Se identifica uniones del óseas que tiene por origen una falta de diferenciación y segmentación del mesénquima primitivo que darán origen a los huesos tarsianos, la localización primaria de la sinostosis es a nivel de las articulaciones astrágalo-calcánea y calcáneo-escafoidea; por lo cual tenemos una reducción en la movilidad articular, lo que en el futuro es la causa de un pie plano rígido.
- **Pie plano astrágalo vertical.** En la literatura esta alteración también es conocida como pie en mecedora o pie convexo, lo caracteriza una flexión plantar rígida de 90 grados del astrágalo, colocando su cabeza en forma paralela a la planta del pie y el escafoides se ubica en la región dorsal del cuello astragalino. El hueso calcáneo en posición fija y el antepié en posición de dorsiflexión, eversión, dicha situación estructural da como resultado alteraciones ligamentaria y musculares, provocando una contractura del tríceps sural, extensor largo común de los dedos, extensor largo del primer dedo, el tibial anterior y el peroneo lateral corto mientras el tibial posterior se mantiene estirado.
- **Pie plano escafoides supernumerario y escafoides prominente.** En esta alteración morfológica se distingue una modificación en la inserción del musculo tibial posterior, prolongando su inserción hacia el elemento supernumerario, alterando el ángulo de inserción como consecuencia una pérdida de su función en el sostén de la bóveda plantar resultado de un pie plano característico por su flexibilidad. La alteración de escafoides prominente es producto disminución de la angulación de la tracción del tibial posterior conocido como un efecto causal del pie plano.
- **Pie plano por retropié valgo.** Alteración estructural del calcáneo poco frecuente, que ubica al calcáneo posición de eversión respecto al suelo, en conjunto provoca movimientos de adaptación en las

articulaciones subastragalina que se encuentra en posición neutra y la articulación mediotarsiana en pronación máxima

- **Pie plano por alteraciones óseas adquiridas**

- **Pie plano postraumático.** Producido por fracturas talámicas del calcáneo, produciendo un hundimiento de la cabeza astragalino, provocando un pie plano permanente hasta la reducción de la fractura.

“Como características generales es un ensanchamiento del talón, pie aplanado y dolores de tipo mecánico por una falta de congruencia de la articulación subastragalina” ²³

Entre las principales direcciones de las fracturas tenemos:

- Fracturas transversales
- Fracturas bimalleolares
- **Pie plano iatrogénico.** Entre las causas de esta alteración se pueden citar a dos según Núñez Samper:
 - **Secundarios a doble artrodesis de tipo Ducroquet, Launay y Ombredanne.** Provocada por la excesiva resección de la articulación subastragalina, induce un valgo de talón.
 - **Secundaria a pie zambos hiper corregidos.** De origen mixto: óseo, muscular y ligamentario, Viladot (1984) afirma que produce un alargamiento excesivo del tendón tibial posterior, al seccionar el ligamento tibioastragalino o por técnica violenta en la maniobra de eversión del pie zambo.

²³ Núñez Samper, (2007). Op. Cit.

- **Pie plano tras osteomía de la tibia.** Provoca una rotación interna tibial, que disminuye el arco interno del pie y consecuentemente un pie plano

- **Pie plano por alteraciones neuromusculares**

- **Pie plano por alteraciones del tibial posterior**

El tibial posterior actúa como ligamento activo y como elemento movilizador del arco interno. Su lesión produce el aplanamiento del pie, y puede tener un origen traumático, degenerativo o inflamatorio.²⁴

Considerada como la principal causa de pie plano en el adulto y con un precedente que causa un progreso de la deformidad, llevándolo a considerar como un pie plano rígido de difícil manejo terapéutico.

- **Pie plano por parálisis espástica.** Se lo denomina a un cuadro clínico cuyo origen es a nivel cerebral o medular. El pie sufre una serie de alteraciones adaptativas como la retracciones fibrosas, atrofia de los músculos agonistas y las deformidades óseas que aparecen en el transcurso del cuadro agravándolo la alteración estructural, en consiguiente se puede evidenciar una gran retracción del tendón de Aquiles, llevándolo al pie a una posición de equino y garra de los dedos, una segunda alteración es causa por la retracción de los músculos peroneos, formando un pie plano espástico rígido desde el punto de vista clínico.
- **Pie plano por secuelas poliomiélicas.** Producidas por una parálisis tanto del tibial anterior como del tibial posterior, de la mano conllevan una parálisis del peroneo lateral largo, el pronóstico de tratamiento de este tipo de alteración está determinada, por la función de la extensión de las lesiones y la edad del paciente, respetando las edades antes de los 12

²⁴ Ibídem.

años en la cual solo se interviene a nivel de partes blandas, pasada esta edad se puede realizar artrodesis específicas del pie.

- **Pie plano por alteraciones músculo – ligamentosas**

- **Pie plano laxo infantil (Pie Plano Flexible)**

Alteración morfológica del pie cuya principal característica es la desviación en valgo del talón y una disminución de la bóveda plantar en carga que se acompaña de una abducción y supinación del pie. Al reducir la carga, el pie adquiere una morfología normal.²⁵

La definición de pie plano flexible ha sido fruto de una conceptualización social transformándolo de no patológica en patológica, fenómeno que se repite en otras situaciones del ámbito de salud, por tal motivo se puede enunciar a la sociedad como eje fundamental de las normativas que vincula al ser humano en su desarrollo: social, cultural, y en el ámbito de su salud.

El pie plano laxo infantil posee un desplazamiento del astrágalo hacia delante, hacia abajo y adentro resultado de la elasticidad del ligamento interóseo y la falta de tensión del tendón tibial posterior.

El movimiento del astrágalo permite que el calcáneo se ubique en posición en equino, mientras el tendón de Aquiles sufre una retracción.

La manifestación característica del pie plano laxo o flexible es el valgo de talón por una pronación del tarso posterior, provocando medios compensatorios el tarso anterior se encuentra en supinación y en el primer metatarsiano se eleva sobre el resto de metatarsianos.

²⁵ Miralles, R. (2007). Op. Cit.

El astrágalo empuja al escafoides y toda la columna medial se alarga, por lo que el antepié se abduce y el escafoides es más prominente. El arco interno del pie disminuye de forma ostensible.²⁶

En la marcha este tipo de pie puede llevar a una tensión del tibial anterior, formando el arco del pie, movimiento repetitivo en cada paso de la marcha.

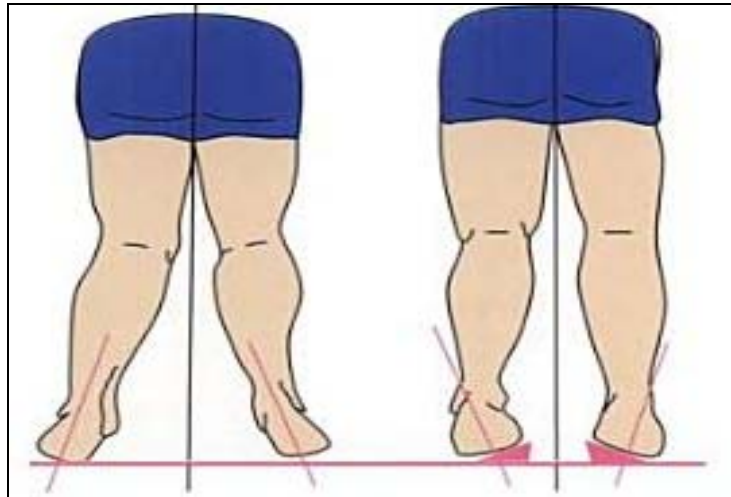


Figura 38 Pie plano laxo y corrección por acción muscular en aflexión plantar.
Fuente: Miralles, R.

- **Pie plano rígido.** Aparece cuando el niño se encuentra de pie o sentado, como principales motivos se encuentran trastornos asociados como traumatismos anteriores, astrágalo vertical congénito o fusión tarsal. El pie plano rígido se puede manifestar como: Pie plano rígido con espasmo asociado de los músculos peroneos que se denomina pie plano espástico peroneal y es secundario a una fusión tarsal entre otras.

La reducción en la movilidad es resultado de la anquilosis, el espasmo peroneo y la tensión producida por la rigidez del tarso, esta tensión es la productora del dolor que consecuentemente es la causa de espasmos musculares reflejos de los peroneos.

²⁶ Ibídem.

Pie plano rígido no espástico es común en los niños que padecen diplejía, que sobre todo se encuentra afectado el pie por la contractura del tendón de Aquiles.

En consecuencia el pie plano rígido infantil, tiene como etiología patología principal, alteraciones en el Sistema Nervioso, siendo este un criterio de exclusión para la determinación de la población, que formará parte del estudio desarrollado, por ser una modificación causa de sesgo estadístico y obstáculo de los objetivos planteados.

- **Pie plano endocrinológico** Sobre todo presente en trastornos hormonales que tiene como característica la hiperlaxitud, en la gran mayoría en personas con obesidad, menopausia y embarazo, provocando la aparición del pie plano en consecuencia de una agravamiento de la deformidad existente.
- **Pie plano de alteraciones generales del tejido conectivo**

Presente en enfermedades reumáticas inflamatorias que producen una destrucción articular, secundaria a la formación del pannus articular, como resultado una pérdida funcional o desestructuración de las cápsulas y ligamentos, que lleva a una caída del arco interno del pie, sobre todo por alteraciones del tibial posterior más una sintomatología de dolor a la de ambulación.

- **Pie plano compensatorio de alteraciones morfológicas del miembro inferior**
- **Genu valgum.** El Genu Valgum es fisiológico hasta la segunda infancia y adquiere una corrección espontáneamente. En adultos de mayor frecuencia sobre todo en mujeres, se puede observar un aumento de los grados de la rodilla considerando como normal a 10 y 15 grados de genu valgum, si sobrepasa este rango produce un desplazamiento de la línea de peso de la extremidad por dentro del borde medial del pie como resultado una adaptación del pie a pie plano secundario a genu valgum.

- **Equinismo antepié o tobillo.** Esta alteración es causa de una retracción del tendón de Aquiles y al mismo tiempo por una verticalización con alargamiento del Astrágalo para finalizar se menciona una hiperlaxitud ligamentosa que favorece la inclinación inferiormente y un aumento en la longitud del astrágalo.
- **Asimetría de miembros inferiores.** La asimetría de miembros inferiores es la principal respuesta a la laxitud ligamentosa, articular y debilidad muscular esquelética que provoca alteraciones sobre todo en la marcha y se acompaña de una marcha torpe con caídas repetitivas.
- **Pie plano fisiológico o idiopático**

En el libro Quince Lecciones sobre Patología del Pie de Antonio Viladot se describe como un pie idiopático reductible en las primeras etapas de su vida y que posteriormente en la etapa de adulto sus deformidades y son permanentes o fijas, constituyendo en una artrosis y la forma clínica del pie plano del adulto cuya característica principal es el dolor permanente

Biomecánica del Pie Plano

Es suficiente los ligamentos para el mantenimiento de la curvatura normal de la bóveda plantar, por conocimiento estos sustentos bilógicos con el transcurso del tiempo terminan por en una distención y la bóveda desciende su altura permanentemente.

Es evidente que la insuficiencia en el pie plano es sobre todo por un aspecto muscular tanto del tibial posterior como del peroneo lateral largo, siendo esta última piedra angular en el soporte y mantenimiento del arco natural. El peroneo lateral largo opta por funciones adaptativas, en la circunstancias de apoyo o no apoyo del pie.

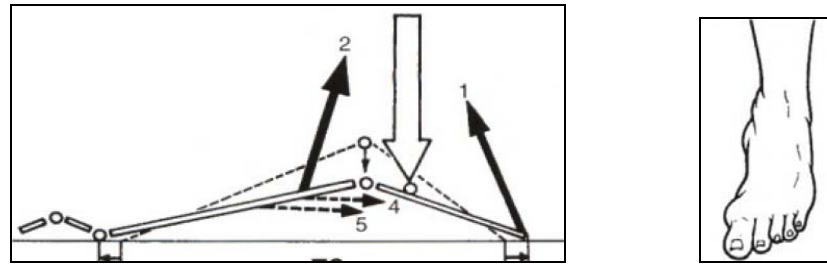


Figura 39 Pie plano. Fuente: Kapandji.

- Sin apoyo; el pie se adapta al varo, por acción del peroneo lateral largo en relación que es abductor.
- En carga el peso se ubica a nivel del arco interno, lo descende y pie se ubica en valgo, acción llevada a cabo por la curvatura transversal de la bóveda, que se encuentra fija por el tendón del peroneo lateral largo y el giro en pronación del calcáneo con una ligera inclinación sobre su cara interna, produciendo un valgo que puede llegar a los 20 grados.

El valgo del pie plano provoca un desplazamiento del centro de presión hacia el borde interno del pie y la cabeza del astrágalo se desplaza hacia abajo y adentro. Aparece entonces en el borde interno del pie tres prominencias: el maléolo interno, la parte interna de la cabeza del astrágalo y el tubérculo del escafoides.²⁷

3.1.2.2 Pie Cavo

Define en su libro de Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie de Núñez-Samper como la presencia de una altura mayor de la bóveda plantar, lo que conlleva un aumento del ángulo o inclinación de los metatarsianos y condiciona una sobrecarga en el apoyo estático y dinámico del pie de la mano con una sintomatología de dolor en la marcha.

Clasificación etiológica del pie cavo

De origen neurológico El pie cavo de origen neurológico tiene una mayor frecuencia que lo podemos dividir en dos dominios predominantes:

²⁷ Kapandji, I. Op. Cit.

- De factor paralítico: poliomielitis.
- De factor espástico: por degeneración medular. (enfermedad de Friederich)

La principal alteración a nivel del pie cavo es a nivel de la dinámica que predomina sobre la deformidad estructural por desequilibrio muscular, por lo cual se puede determinar que la lesión neurológica provocará un desequilibrio muscular, lo que conllevará a la formación de un pie cavo.

Las principales modificaciones que presentara un pie cavo a nivel estructural son: parálisis o insuficiencia de los interóseos y de los flexores de los dedos; que producirá dedos en garra y un descenso de las cabezas de los metatarsianos.

- **Secundario a alteraciones osteoarticulares**

En la siguiente subdivisión hay un predominio de las alteraciones estáticas sobre las dinámicas.

- **Pie cavo congénito.** De poca frecuencia y surge con el nacimiento.
- **Pie cavo provocado por una acción mecánica externa aguda.** Sobre todo este tipo de pie se debe a traumatismos previos o por acción mecánica del mal uso del calzado.
- **Pie cavo por enfermedades osteoarticulares.** Entre las cuales podemos citar a la artritis reumatoide, que en el transcurso o desarrollo del cuadro patológico provoca la deformidad del pie.
- **Pie cavo por retracción de las partes blandas**

El pie cavo es secundario a una retracción de la piel, aponeurosis o tejido celular que tiene repercusiones en la marcha.

Predominan: la enfermedad de Ledderhose, cicatrices plantares retractiles y lesiones vasculares que provocaran las nombras retracciones de partes blanda con un pie cavo de por medio.

Clasificación morfológica del pie cavo

La clasificación morfológica tiene como base la gran variedad o polimorfismo anatomo-patológico, por tal razón, se clasifica de acuerdo a los planos sagital y transverso.

- **Plano sagital**

- **Pie cavo posterior**

El aumento de la bóveda plantar está determinado por la verticalización del calcáneo por una parálisis del tríceps sural, una de los aspectos de mayor preocupación de este tipo de pie es la invalidación que causa.

Signo característico es la presencia de una callosidad bajo la tuberosidad del calcáneo.



Figura 40 Pie cavo posterior.
Fuente: Manual de cirugía y traumatología 2

- **Pie cavo anterior**

Podemos observar la caída de los metatarsianos, sin afectación uniforme y una sobrecarga en el primer metatarsiano; se encuentra reforzada por la posición en garra de los dedos.



Figura 41 Pie cavo anterior.
Fuente: Manual de cirugía y traumatología 2

Se toma como base el concepto de desnivelación de Lelièvre, que mide el descenso de las cabezas metatarsianas con respecto al talón.

En un pie sin alteración la distancia entre los planos que pasan por la cabeza de los metatarsianos y del talón es de 10 mm, mientras que en el pie cavo, esta distancia es mucho mayor de tal forma que aumenta las fuerzas de sobrecarga a nivel de las cabezas de los metatarsianos.

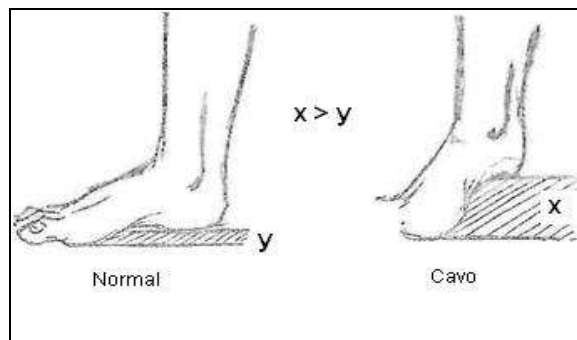


Figura 42 Desnivelación de Lelièvre.
Fuente: El conocimiento

▪ **Pie cavo mixto**

Es la integración de las dos alteraciones antes descritas anterior y posterior lo que denominares a esta interacción pie cavo mixto.

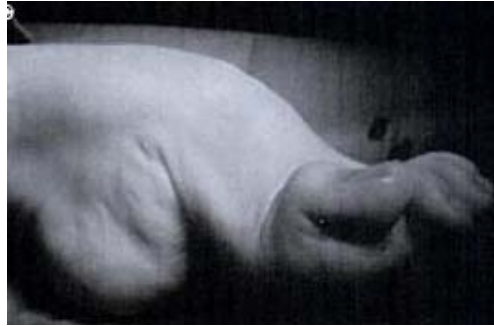


Figura 43 Pie cavo mixto.

Fuente: Manual de cirugía y traumatología 2

Dos adaptaciones del pie cavo mixto son características de esta alteración:

- a. Compensador: determinado por la verticalización del primer metatarsiano y el quinto se mantiene horizontal. En la marcha realiza una supinación calcáneo y el talus del calcáneo es el sistema compensador de apoyo sobre el suelo.
- b. Iatrogénico: por un alargamiento o sección del tendón de Aquiles

- **Plano transversal**

- **Pie cavo varo**

El varo del retropié es característico del pie cavo neurológico, se puede dividir en varo primitivo que es una consecuencia de una hipertonía de los músculos tibiales anteriores y posteriores, por lo tanto el varo secundario que se debe a un mecanismo compensatorio de la verticalización del primer metatarsiano.

- **Pie cavo con talón vertical**

Su forma de inicio es similar al pie neurológico, más una desviación atenuada.

▪ Pie cavo valgo

Pie hiperpronado, conocido como una variante clínica del pie plano.

Biomecánica del pie cavo

En el modelo de Obredánne nos permite analizar que en el pie cavo la bóveda está aplanada por el peso del cuerpo y por la contractura de los músculos que se insertan.

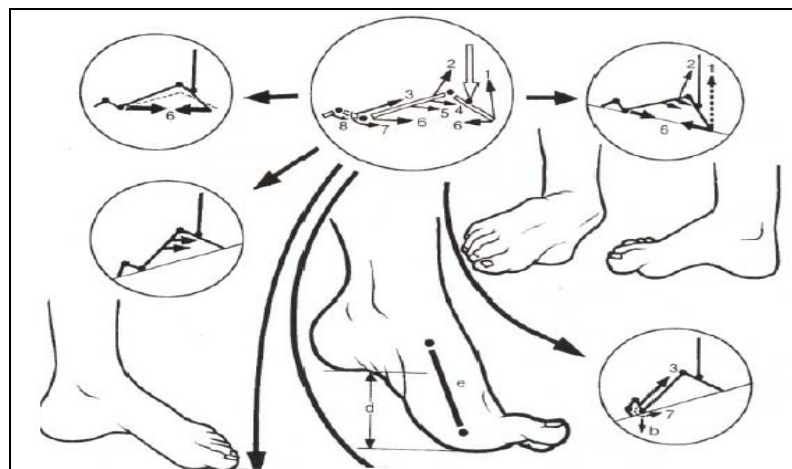


Figura 44 Pie cavo.
Fuente: Kapandji, I

El modelo biomecánica de Duchenne de Boulogne menciona que la insuficiencia o la contractura de uno solo de los músculos contribuye a un desequilibrio total, por lo consiguiente el análisis biomecánica se realizó en los siguientes tipos de pie cavo:

Pie cavo posterior

La alteración se localiza en la estructura posterior por:

- Insuficiencia del tríceps

Pie cavo medio

Alteración determinada por la contractura de los músculos plantares o por retracción de la aponeurosis plantar.

Pie cavo anterior

Parte de una posición básica el equino que le dan dos características especiales:

- Equino del antepié: descenso de la estructura anterior
- Desnivelación: entre el talón anterior y posterior

3.1.2.3 Pie Zambo

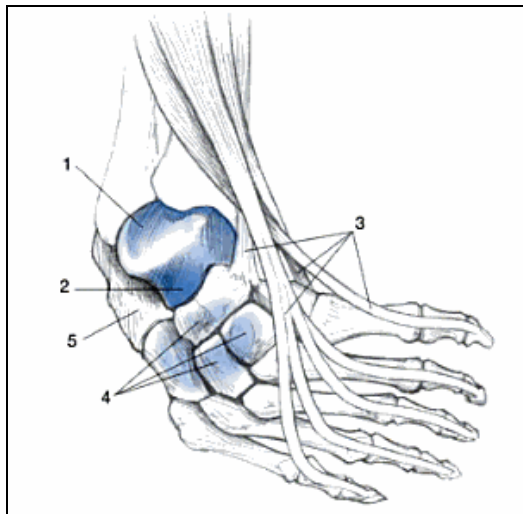


Figura 45 Diagrama de pie zambo. Deformidades: 1. Equino en tobillo, 2. Deformidad del Astrágalo, 3. Retracción del ligamento tibioescafoideo, tibial anterior y extensor largo común, 4. Aducción del antepié, 5 Inversión del calcáneo. Fuente: Fitzgerald, R.

En el pie zambo encontramos características típicas de identificación entre las que podemos mencionar: una rotación interna del calcáneo y del pie en equino y varo, el cierre del antepié sobre el talón y de todo el pie sobre la pierna, el músculo tibial anterior y tibial posterior; siendo este último el principal responsable

del desplazamiento del escafoides y del segmento óseo calcáneo, por consiguiente el pie se encuentra en varo, aducción y equino.

Existen cuatro teorías de la adquisición de un pie zambo:

- Detención del desarrollo fetal en la fase peronea
- Postural
- Neuromuscular
- Malformación del astrágalo

3.2 Alteraciones Posturales y la Repercusión sobre el Pie

La postura como concepto general, es “La situación y la orientación en el espacio de los segmentos corporales y del cuerpo en su totalidad” ²⁸

El sistema perteneciente al pie o llamado aparato locomotor se encuentra integrado de:

- Columna vertebral
- Articulaciones lumbo-sacras
- Cadera
- Rodilla
- Tobillo (pie)

Sistema el cual puede ser susceptible de modificaciones o adaptaciones naturales a los cambios dinámicos o estáticos.

3.2.1 Alteraciones Posturales de la Columna Vertebral

En la columna vertebral el centro de gravedad se encuentra ubicado por delante de la segunda vértebra sacra, con su proyección en dirección al suelo entre los pies a nivel del escafoides después de pasar por delante de la articulación de la rodilla. “Este equilibrio se logra mediante, la fuerza de los pares musculares, en igual magnitud

²⁸ Bustamante, A. (1995). Diseño Ergonómico: En la prevención de la enfermería laboral. Primera Edición. Madrid. Editorial Ediciones Díaz de Santos S.A.

pero en sentido opuesto sobre una base osteoligamentosa en la que no se contemplan alteraciones morfológicas de importancia”²⁹

Cualquier alteración en el equilibrio normal, no producirá una desviación significativa en el patrón normal hasta que la debilidad muscular en esta área sea de gran magnitud.

3.2.2 Clasificación de Alteraciones Posturales, según los Planos Anatómicos

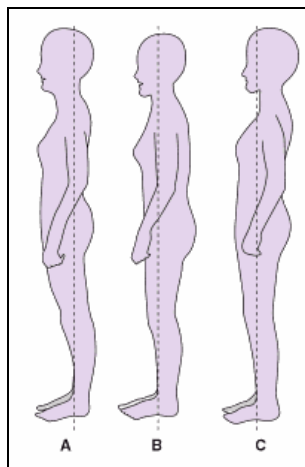


Figura 46 Alteraciones Posturales A) Inclina el tronco hacia adelante, B) Normal, C) Inclina el tronco hacia atrás.
Fuente: Podología General y Biomecánica.

Plano Sagital: Inclinaciones anteroposteriores

Inclinación posterior:

- Desplazamiento posterior del tronco con una alineación lumbar normal
- Desplazamiento con lordosis lumbar aumentada

Causas:

- Extensión de cadera
- Flexión inadecuada de cadera

²⁹ Moreno de la Fuente, J. (2003). Podología General y Biomecánica. Primera Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.

Inclinación Anterior:

- Desplazamiento anterior del centro de la gravedad.
- Desplazamiento por inclinación anterior del tronco.

Causas:

- Flexión plantar del tobillo
- Debilidad del cuádriceps
- Debilidad de los extensores de cadera
- Contractura en flexión de cadera

Plano Frontal: Inclinaciones Laterales

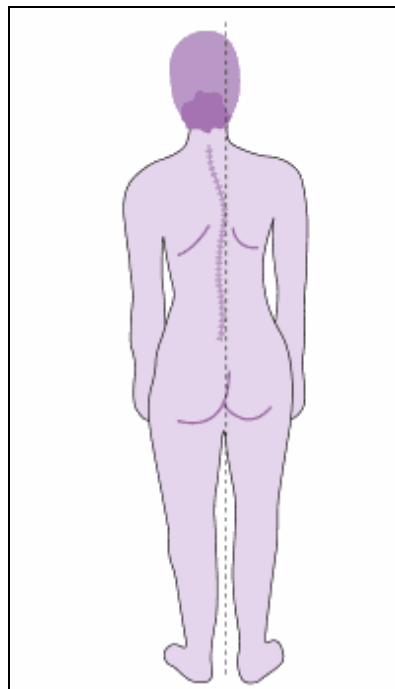


Figura 47 Inclinación Lateral.
Fuente: Podología General y Biomecánica.

Inclinación lateral

- Inclinación homolateral: Abducción débil de caderas, contracturas musculares, dismetrías y escoliosis.

- Inclinación contralateral: inadecuada movilidad articular (oscilación) y la flexión de la cadera inadecuada por carencia de movilidad articular y debilidad de la musculatura flexora de la cadera (apoyo)

Plano Transverso: Rotaciones

Cuando la fuerza muscular es insuficiente o mínima, la alteración postural es permanente, pudiendo evidenciar mediante hallazgos, que los cambios de alineación en el tronco o la pelvis durante la marcha conlleva una inadecuada movilidad o carencia de control muscular en la cadera, rodilla o tobillo.

Rotaciones: Se caracteriza por ser dinámico o estático.

Causas:

- Alteración en la sinergia entre de los movimientos de la pelvis y el tronco.
- Alteración en la sinergia en los movimientos complementarios para la marcha.
- Alteración en los movimientos de los brazos, en relación a las demás estructuras corporales para adquirir un movimiento armónico.

3.2.3 Alteraciones Posturales de la Pelvis

Kendall (1999), establece la alineación ideal de la pelvis se presenta en el momento que la espina ilíaca antero superior se encuentra en el mismo plano vertical que la sínfisis púbica. El ángulo comprendido entre el plano horizontal y la línea que une la espina ilíaca antero superior con la espina ilíaca postero superior debe tener un rango menor de 5 grados.

En algunas mujeres la espina ilíaca antero superior es más baja que la espina ilíaca postero superior, estas alteraciones en la pelvis no se ha encontrado evidencia de presencia en los hombres.

Para establecer la inclinación de la pelvis se debe tener en cuenta:

- Mayor o menor profundidad de la curvatura lumbar.
- Desviación marcada de la línea horizontal entre la espina iliaca antero superior y la espina ilicaposterosuperior.
- Mayor o menor ángulo de la articulación de la cadera en alineación neutra de la rodilla

Además en la inclinación pélvica se presentan cambios adaptativos de estructuras vecinas, en la alineación de columna vertebral y articulación de la cadera. La alineación de la pelvis si su correlación con las estructuras vecinas antes citadas producirá que la alteración sea estructural y no adquirida.

Se ha puesto en evidencia afectaciones en los tres planos de distribución espacial, pero la descripción solo se realizará del plano de mayor afectación a nivel del pie.

Plano Sagital

La determinación de las posibles alteraciones a nivel de la pelvis se basa en la ubicación del centro del movimiento de esta estructura; en la sínfisis del pubis o en el hueso sacro. Definiendo como:

- Inclinación anterior: caída de la sínfisis
- Inclinación posterior: elevación de la sínfisis

Inclinación Anterior

Por un aumento de la angulación anterior, se toma como normal un rango entre 10-30 grados

Causas:

- Extensores de la cadera débiles incapaces de mantener la pelvis
- Contractura o espasticidad en flexión de caderas

Inclinación Posterior

Es la acción voluntaria, que empieza durante la fase oscilación de la marcha, marca su objetivo, en adelantar uno de los miembros inferiores en la marcha normalmente o en ausencia de uno de los flexores de cadera correspondientes

3.2.4 Alteraciones Posturales de la Cadera

Una alteración en la funcionalidad de la cadera puede demostrar una incorrecta alineación del muslo, pelvis e indirectamente en la columna vertebral. El movimiento de la pelvis, el desplazamiento del muslo se complementan para producir una posición estacionaria o bien un movimiento contrario, según la movilidad de la columna vertebral.

Plano sagital

- Extensión Inadecuada: Inestabilidad en apoyo corporal.
- Flexión exagerada: Mediada por la flexión de cadera durante la fase de oscilación; normalmente se encuentra en 45 grados, por lo cual su alteración con lleva cambios en la postura del miembro excepto en la fase de oscilación.

Causas de flexión y extensión inadecuada son:

- Contractura del tracto iliotibial
- Espasticidad de flexores de cadera
- Contractura en la flexión de cadera

- Dolor
- Alteraciones en la morfología articular (enfermedades reumáticas)

Plano Frontal

Basado en la disposición espacial del muslo, en relación medial- lateral o denominada desviación en abducción y en aducción. La posición normal es una posición aducida con respecto a la vertical en 5 grados.

Aducción exagerada

Causas

Estático:

- Inclínación medial exagerada del muslo (coxa vara), acompañada de un compensación en valgo de rodilla.
- Caída contralateral de la pelvis, incrementa la aducción de la cadera en la fase de apoyo de la marcha.

Dinámico:

- Relación directa con debilidad muscular, espasticidad o la aparición de sustituciones voluntarias.

Moreno de la Fuente, J. (2003) asevera; una mala alineación estática también puede provocar una posición inadecuada de la cadera durante la marcha.

Abducción exagerada. (Desplazamiento lateral del muslo y ampliación de la base de sustentación).

Causas:

- Alteraciones homolaterales y contralaterales de la cadera.
- Causas externas: propia cadera, problemas en el raquis y posiciones inadecuadas de la pelvis.

Plano transverso: rotaciones

Consta de arcos de movimientos de rotaciones de cadera son de rangos pequeños en la marcha normal. Las rotaciones exageradas de los miembros puede deberse a una alteración en la articulación de la cadera o ser secundario por alteraciones en la pelvis o la columna vertebral.

Rotación externa exagerada:

- Hiperactividad del glúteo mayor
- Flexión plantar exagerada del tobillo

Rotación interna exagerada:

- Hiperactividad de los isquiotibiales
- Hiperactividad de los aductores
- Hiperactividad del tensor de la fascia lata
- Hiperactividad fascicular anterior del glúteo menor y mediano
- Cuádriceps débil o ausente

3.2.5 Alteraciones Posturales de la Rodilla

Las alteraciones posturales de la rodilla al igual que las estructuras corporales antes citadas, su análisis se realiza a nivel dinámico y estático en relación directa con el plano espacial en el cual se desarrolla su movimiento. Se

citará solo el plano en el cual tiene mayor incidencia de alteraciones a nivel de la rodilla (Plano sagital).

Plano Sagital

Las dos alteraciones de este plano, corresponde a los movimientos de flexión y extensión de rodilla; tanto por inadecuación morfológica o por una exageración de sus rangos de movimientos fisiológicos.

Flexión inadecuada

Causa alteraciones en fases de la marcha:

- Fase inicial de apoyo: Una flexión limitada de rodilla es signo de alteración intrínseca, que reduce la capacidad de reducir los impactos del miembro.
- Fase de preoscilación o balanceo: la flexión inadecuada de la rodilla dificulta el despegue de la punta del pie y se pierde la transición entera al apoyo y la oscilación. Provoca un arrastre de los dedos por la incapacidad de flexionar la rodilla para adelantar el miembro.

Extensión exagerada:

- Avance o empuje extensor
- Hiperextensión

Estas alteraciones se diferencian, tanto en el arco de movimiento de la rodilla como en la potencia de la acción extensora (fuerza).

3.2.6 Alteraciones Posturales del Tobillo

Se describirá las alteraciones a nivel tobillo, en las diferentes fases de la marcha, debido a su gran relevancia en la función adaptativa llamada marcha.

Flexión plantar exagerada

Fase de apoyo: déficit de la progresión, una reducción de la longitud del paso, una disminución de la velocidad y de la estabilidad y dificultad para alcanzar la postura erecta.

Fase de oscilación o balanceo: dificultad en el avance del miembro acortamiento del paso.

Fase de contacto inicial:

- Contacto con el pie en flexión de 15 grados y extensión completa de la rodilla.
- Contacto con flexión de rodilla de 20 grados y flexión plantar

Fase inicial de apoyo. Acción que acompaña la carga del miembro, varía con el ángulo de flexión plantar y con el modo de contacto inicial.

Fase media de apoyo. Inhibe el adelantamiento de la tibia, lo que provoca una longitud de paso corto en el miembro contralateral. Las características de la pérdida de progresión son:

- Despegue precoz
- Hiperextensión de rodilla
- Inclinación anterior del tronco

Fase final de apoyo. Dependiente del cumplimiento en el objetivo del antepié para avanzar en la marcha por:

- No despegue el talón.
- Avance corporal limitado al rango de hiperextensión de rodilla o a la inclinación de la columna vertebral y la pelvis.

Fase media de oscilación o balanceo. Provoca la sustitución directa con una flexión de cadera ante la falta de dorsiflexión del tobillo, para la elevación del miembro y del pie en dicha fase.

Fase final de la oscilación. El movimiento de flexión plantar tiene una mínima intervención en la marcha, suplantada por una flexión de la cadera y una extensión de la rodilla que colocan el antepié por encima del suelo.

Causas:

- Debilidad de la musculatura pre-tibial
- Contractura en flexión plantar
- Hiperactividad del soleo y de gemelos
- Flexión plantar exagerada ante una debilidad del cuádriceps.

Flexión dorsal exagerada. Provoca alteraciones en todas las fases de la marcha excepto en la fase media y final del apoyo, por ello es un problema mayor en la fase de apoyo que en el de la oscilación.

Causas:

- Debilidad del soleo y un bloqueo del tobillo en posición neutra
- Rodilla flexionada durante la fase de apoyo

3.2.7 Alteraciones Posturales del Pie

Puede modificar el patrón normal de contacto del pie, repercutiendo en la correcta alineación del pie en la fase de oscilación.

Plano sagital: desviaciones

- Contacto único de talón: desequilibrio de la musculatura plantar, dorsal, extrínseca e intrínseca del pie.

- Contacto tardío de talón: producida por acortamientos de la fase de la marcha.
- Contacto prolongado: dificultad del miembro en la fase pre-balanceo.
- Contacto acortado: movimientos bruscos de caída del antepié.
- Contacto prematuro: pérdida de contacto del talón en la fase de apoyo.

Las alteraciones de contacto se determinan de acuerdo a la fase de la marcha en la cual se encuentra transcurriendo y depende directamente de la correcta funcionalidad tanto del tobillo como de la rodilla.

Fase de contacto inicial:

- Contacto bajo del talón
- Contacto completo del pie
- Contacto inicial con el antepié

Fase inicial del apoyo

- Caída plantar del pie
- Contacto tardío del talón
- Despegue prematuro del talón

Fase media del apoyo

- Despegue precoz del talón
- Contacto tardío del talón

Fase final de apoyo

- Despegue tardío del talón

Plano frontal

En esta situación se produce una inversión exagerada (varo) y eversión exagerada (valgo) por deformidades estáticas o acciones musculares inapropiadas ya descritas en la sección de alteraciones del pie.

Plano transverso

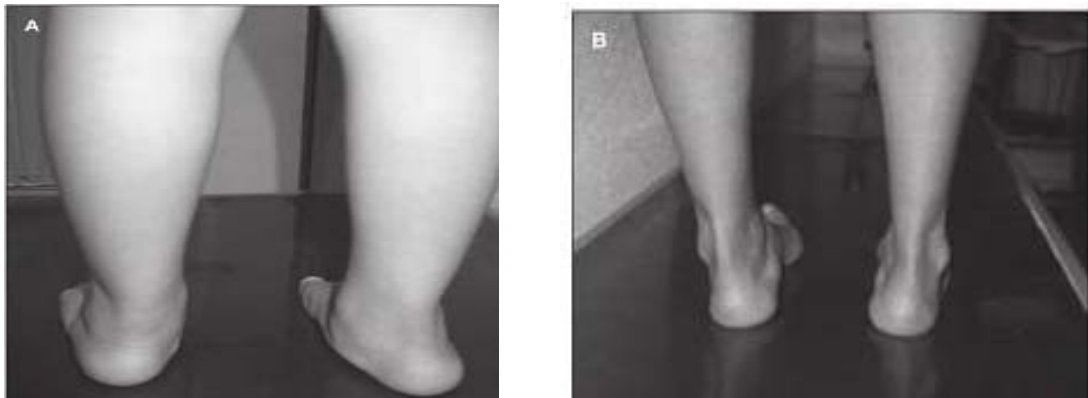


Figura 48 A. Tarso posterior valgo o evertido y B. Tarso posterior varo o invertido. Fuente: Podología General y Biomecánica.

- Retropié varo y retropié valgo
- Antepié abducto y aducto

El desarrollo de la Medicina Podología y todo lo que se encuentre encaminado al real bienestar del hombre, se ha encaminado de la mano de la Tecnología, a sabiendas que esta tecnología solo es material de apoyo y no podrá convertirse en medios de diagnósticos definitivos. Moreno de la Fuente, J (2003), determina que los movimientos del pie no son exclusivos a un plano, por lo tanto las deformidades y alteraciones posturales que se producen en el pie, lo hacen con la participación de distintos ejes y distintos planos.

Por ello la gran importancia de una correcta disposición espacial del pie a edades tempranas, para lograr: una detección precoz, prevención oportuna, diagnóstico diferencial, tratamiento adecuado y recuperación esperada de la futuras deformidades y alteraciones posturales que se produzcan desde y hacia el

pie, tomando en cuenta la definición de APS renovada para logara una máximo bienestar del individuo y la población.

CAPÍTULO IV

4 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO

4.1 Métodos Complementarios de Análisis del Pie

4.1.1 Podoscopio

Es un dispositivo de forma paralelepípedo y de cristal, está montado con luz fluorescente y espejos oblicuos a la superficie superior. En el espejo se puede observar reflejadas la plantas de los pies del paciente que se encuentra sobre la superficie del instrumento.³⁰

Por este método se reflejan las zonas de presión plantar, morfología de la huella plantar y establecer la fórmula metatarsal, los niveles de índice plus, índice minus, y explorar eventuales correlaciones anatómicas.



Figura 49 A. Imagen en Podoscopio.
Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

³⁰ Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha. [En línea] Disponible: <
http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-1203107-120400/AOA_TESIS.pdf>
[Fecha de consulta: 2011-03-11].

4.1.2 Pedígrafo

Instrumento formado con una lámina de goma de látex. Una de las lados lleno de tinta que es pisado por el paciente, imprimiendo luego la huella plantar en una hoja de papel en blanco. Puede ser utilizado tanto en posición bípeda y dinámica. La pedigrafía, es el instrumento impreso de referencia para la valoración de las mensuraciones del estudio: largo del pie, longitud del medio pie, longitud del talón, medida del Istmo e impresión de los dedos y su posterior análisis de acuerdo a la ficha de evaluación elaborada.



Figura 50 Estudio de campo.
Fuente: Imagen de Huella Plantar derecha.
Elaborado por: Guamaní F.

4.1.3 Fotopodograma

Procedimiento empleado para obtener una imagen fotopodográfica de la huella plantar basada en la utilización de papel fotográfico y material de revelado. Se realiza el fotopodograma de los dos pies en posición de bipedestación. Se puede obtener registro de: perímetro de la huella plantar, conformación de la huella plantar, pliegues dérmicos cutáneos, análisis de hiperpresiones plantares, valoración de dermatoglifos (análisis de las crestas epidérmicas de las palmas de las manos y de la planta de los pies), podobiometría, cuantificación del triangulo de apoyo y del ángulo de rotación transmetatarsal.



Figura 51 A. Imagen de Fotopodograma.
Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.1.4 Radiología

Técnica observacional que utiliza imágenes radiográficas dorso plantares en carga y laterales de ambos pies, mediante la emisión de Rayos X. El equipo de Rayos X se debe mantener en una habitación construida en base de plomo por el fácil desprendimiento de radiación sin control.



Figura 52 A. Imagen Radiográfica bilateral dorso-plantar en bipedestación.
Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.1.5 Sistema Opticométrico o Podocomputer

Dispositivo capaz de registrar imágenes de video e informatizarlas para el posterior análisis de la podografías de presión o baropodografías.

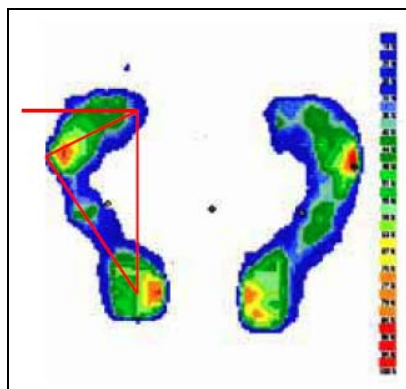


Figura 53 Huella baropodográfica opticométrica de ambos pies en bipedestación.

Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.1.6 Plataforma de presiones o Podómetro Electrónico Pel 38

Instrumento para detectar presiones por medio de sus 1024 captores, también conocido con el nombre de Meditel Pel38. El sistema facilita la elaboración de un mapa de presiones plantares que relaciona directamente a la carga ejercida en cada punto del pie, en estática y en dinámica. Su principal función es la determinación gráfica de la carga de las cabezas metatarsales.



Figura 54 Imagen de la Huella baropodográfica en plataforma de presiones de ambos pies en bipedestación.

Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.1.7 Plataforma de Fuerzas

Sistema Multifuncional, diseñado para medir, registra y analizar las fuerzas de acción y reacción del peso del cuerpo en dinámica, mediante las fuerzas de contacto del pie-suelo. La plataforma trabaja en conjunto con una aplicación

informática para el análisis de la fuerza de la pisada, en dirección vertical, antero-posterior y medio-lateral. La plataforma también se utiliza en el análisis de los desplazamientos del centro de gravedad, de gran importancia en el estudio del equilibrio y la postura.

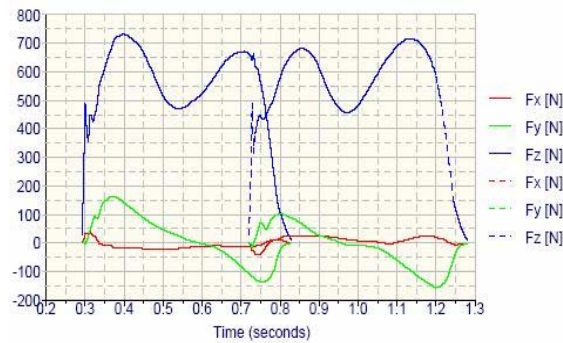


Figura 55 Gráfica obtenida de la plataforma de fuerzas en dinámica.
Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.2 Valoración de la Huella Plantar

En la impresión de la huella sobre la hoja de papel blanco se realiza los siguientes basado en la Evaluación Podográfica de Hernández Corvo, que forma parte fundamental en la evaluación diagnóstica del presente estudio:

1. Trazo inicial: Marcar los puntos 1 y 1' (puntos más externos del pie).



Figura 56 Valoración del Fotopodograma. Trazo inicial.
Fuente: Valoración del fotopodograma

2. Se marcan los puntos 2 y 2', son líneas perpendiculares al trazo inicial. El punto 2 debe pasar por el dedo que sobresalga mas en relación al resto y el punto 2' se encuentra en la zona más baja de la impresión del talón.

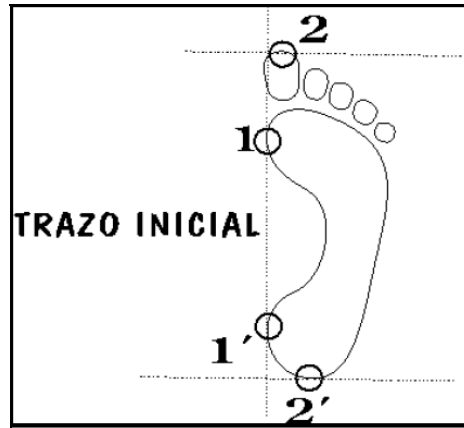


Figura 57 Valoración del Fotopodograma. Trazo inicial.
Fuente: Valoración del fotopodograma

3. En el trazo inicial se marca tantas veces como se pueda dibujar la medida fundamental, que deben ser perpendiculares al trazo inicial al mismo tiempo se trazan líneas perpendiculares por los puntos más extremos de la huella.

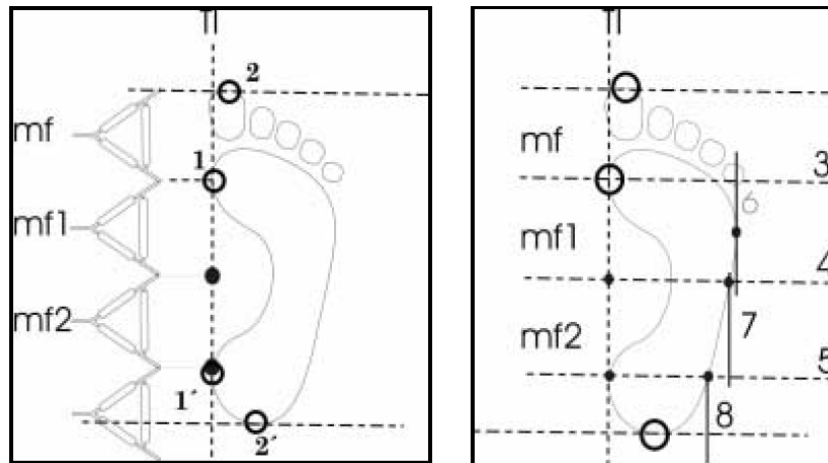


Figura 58 Valoración del Fotopodograma-Medida fundamental.
Fuente: Valoración del fotopodograma

4. Se marca con **X**: la anchura del antepié, con una **Y**: la anchura del mediopié, con **ay**: la distancia complementaria a **Y**, y finalmente **ta**: es la anchura del talón.

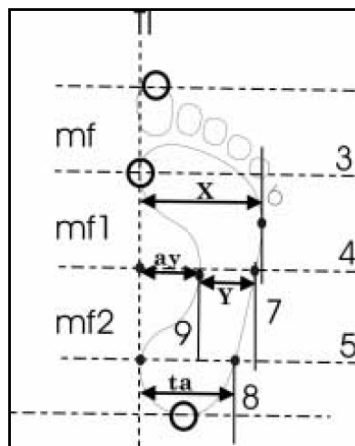


Figura 59 Valoración del Fotopodograma- X: anchura del pie, Y: anchura del mediopié, ay: istmo y ta: anchura del talón.
Fuente: Valoración del fotopodograma

4.2.1 Índice de la Huella Plantar según Hernández Corvo

Se aplicará la siguiente fórmula $\%X = (X - Y) \cdot 100 / X$, lo que nos llevará a conocer el porcentaje cuantitativo del pie para su clasificación según los parámetro determinados por el Modelo de Hernández Corvo, inscritos en la siguiente tabla.

0-34 %	Pie plano
35-39 %	Pie plano / normal
40-54 %	Pie normal
55-59 %	Pie normal / cavo
60-74 %	Pie cavo
75-84 %	Pie cavo fuerte
85-100 %	Pie cavo extremo

Tabla 1 Valoración del Fotopodograma-. Modelo de Hernández Corvo,
Fuente: Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes

4.3 Valoración Clínica del Pie

4.3.1 Goniómetro Gravitatorio y Rotacional

Instrumento utilizado para la medición de rotaciones, torsiones e inclinaciones que consta de un goniómetro y una brújula.



Figura 60 Imagen de goniómetro gravitatorio y una brújula:
Fuente: metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.3.2 Goniómetro Multiuso

Empleado en podología y exploración clínica para medir los diferentes ángulos de flexión-extensión de las articulaciones para la biometría osteoarticular.

4.3.3 Exploración Articular y Muscular del Pie

Se realiza en articulaciones tibioperonea, tibioastragalina, Chopart, Lisfranc, metatarso falángicas e inter-falángicas digitales.



Figura 61 Imagen de exploración articular del pie.
Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.3.4 Test de Jack

El examinador extiende pasivamente el primer dedo del pie, como resultado reaparece el arco interno del pie.

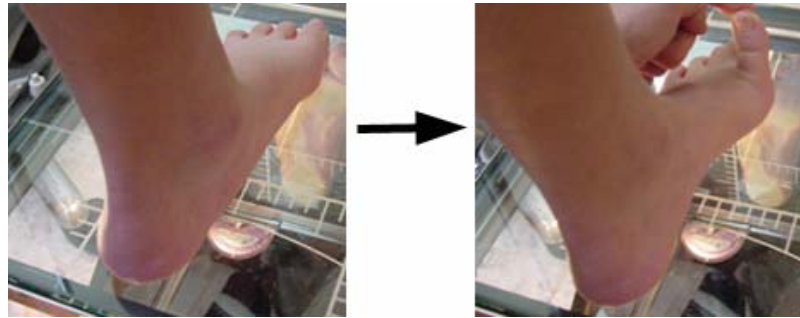


Figura 62 Test de Jack.
Fuente: Dr. CG García Fontecha.

4.3.5 Test de Fonseca

El paciente se coloca de puntillas, logrando una reaparición del arco interno de la bóveda plantar y desaparece el valgo.

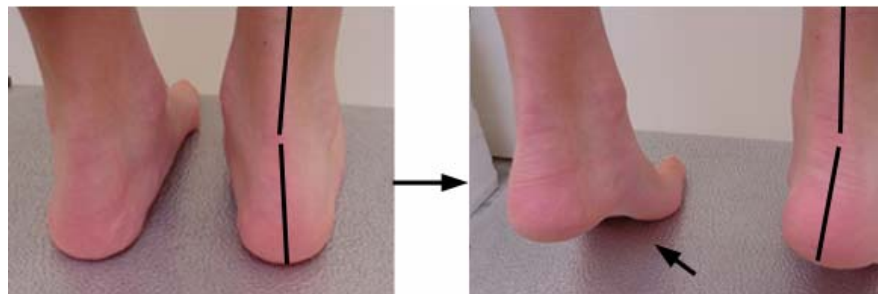


Figura 63 Test de Fonseca.
Fuente: Dr. CG García Fontecha.

4.3.6 Balance de la Musculatura Extrínseca

Se evalúa especialmente los músculos tibial anterior, extensor propio largo del primer dedo, extensor largo común de los dedos, peroneo anterior, peroneo lateral corto-largo, tríceps sural, flexor largo propio del primer dedo, flexor largo común de los dedos y tibial posterior.



Figura 64 Imagen de exploración de la musculatura extrínseca del pie.

Fuente: Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha.

4.4 Tratamiento de las Principales Alteraciones del Pie

En la presente sección se desarrollará el posible tratamiento kinésico, quirúrgico, ortésico, mediante el análisis bibliográfico de las mejores propuestas de rehabilitación en las principales alteraciones del pie.

Se debe tener en consideración que en los niños hasta los dos años no es posible una intervención de tratamiento, tomando como base el concepto del “Desarrollo Anatómico del Ser Humano”, ya citado en los capítulos anteriores, en la relación existente a un aumento del volumen de masas en bóveda plantar, más una hiperlaxitud de tejidos fibro-elástica fisiológica, características que se encuentran en maduración progresiva.

Para el abordaje del tratamiento de las patologías del pie, que puede conllevar un ámbito kinésico, quirúrgico y ortésico; se debe distinguir entre las terapias de aplicación a niños/as y las orientadas al tratamiento de un adulto. Se determina con los antecedentes anteriores, los objetivos en el tratamiento de un niño/a que son los siguientes:

- Corrección máxima
- Tonificación muscular
- Reeducción dinámica y estática
- Reeducción de la marcha

4.4.1 Pie Plano

4.4.1.1 Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Plano

Las bases han sido tomadas del autor Santos Sastre Fernández en su libro Fisioterapia del Pie y Estudios de la Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría (SEFIP)³¹ y modificadas por el criterio del autor de la presente disertación en base de alcanzar el bienestar total del paciente.

Bases

- Suprimir el dolor (variable no permanente)
- Restaurar la movilidad osteoarticular
- Restaurar la funcionalidad de la cápsula miotendinosa y ligamentosa
- Fortalecer la musculatura intrínseca y extrínseca del pie

Como en casos anteriores la evidencia exacta sobre la edad de inicio del tratamiento de rehabilitación en los niños con pie plano flexible, es escasa y los pocos autores que anuncian en sus citas, demuestran argumentos pocos sólidos científicamente o solo asumen edades, sin tomar en cuenta importantes factores como: cierre epifisiario, reestructuración de tejido de sostén plantar, desarrollo normal del niño de la etapa de gateo a bipedestación etc.

El autor Carles Albert Montserrat fisioterapeuta español perteneciente a la Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría, formula que “La edad de inicio del tratamiento kinesiológico debería situarse en edades a partir de los dos años de edad puesto el niño presenta una marcha ágil, y un desarrollo estructural osteoarticular continuo”.³²

En el programa de rehabilitación se incluirá como actores complementarios del tratamiento a cada uno de los padres de familia, que tendrán que participar

³¹ Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría [En línea] Disponible: <
<http://www.sefip.org/index.php/noticias/documentos-para-descargar/85-pie-plano-infantil>>
[Fecha de consulta: 2011-04-12].

³² Ibídem.

junto con sus hijos en el proceso de aprendizaje del proceso de rehabilitación, para lograr un empoderamiento de los padres de alcanzar el bienestar total de cada uno de sus hijos.

Se programará una reunión de introducción al programa de rehabilitación y una consecuente para inicio del trabajo de rehabilitación de los niños juntos a sus padres, se procurará una comprensión total y adherencia al tratamiento tanto de los niños como de sus padres por medio de una sesión a la semana de seguimiento del proceso y avance del programa.

No se empelará ortesis plantares en el tratamiento del pie plano, ya que todavía se encuentran en controversia su verdadera utilidad, para este tipo de alteración y más aún en la edades de la presente investigación, pero sin duda se la puede usar como medio adyuvante para disminuir el dolor en distintas patologías mencionas anteriormente.

El tratamiento se basa en:

- Kinesioterapia
- Tratamiento de las deformidades secundarias eventuales.

Secuencia de rehabilitación

Gimnasia de potenciación de los músculos:

- Tibial posterior
- Peroneo lateral largo y tibial anterior.
- Flexor propio y aductor del dedo gordo.
- Flexor común de los dedos.
- Tríceps.
- Músculos intrínsecos del pie: interóseos, flexor corto de los dedos del pie.

Ejercicios en bipedestación y marcha:

- Prensión plantar de objetos redondos.
- Desplazamientos laterales sobre una barra.
- Marcha sobre plano inclinado.
- Marcha sobre la punta de los pies.
- Caminar sobre talones.
- Ejercicios de equilibrio y de reeducación propioceptiva, sobre planchas móviles y cilindros, del pie y del miembro inferior en su conjunto.
- Cargas monopodales combinadas con empujes ligeros en sentido antero posterior.
- Caminar sobre el borde externo de los pies.
- Elongación del tríceps sural, si su acortamiento es responsable del valgo del calcáneo.
- Andar descalzo sobre terreno variado y desigual.
- Ir en triciclo.
- Saltar.

Los ejercicios deben ser reforzados por cada uno de los padres a manera de juego, o actividad recreacional, para lograr en el niño/a mayor adherencia al tratamiento, por lo tanto, creando en cada uno de los niños/as una cultura de actividad física.

4.4.1.2 Tratamiento Quirúrgico del Pie Plano Flexible

Técnica del calcáneo stop

Descrita por Recaredo Álvarez en 1976, es una técnica que pretende reconstruir la relación astrágalo-calcáneo sin actuar en superficies articulares adyacentes; ni en el seno del tarso.

Técnica sencilla en la que se realiza una incisión oblicua de 2-3 cm en la zona del seno del tarso siguiendo los pliegues cutáneos y mediante disector romo y forzando la supinación, se llega hasta la faceta subastragalina posteroexterna, en la que, en su parte media y anterior y previa medición, se introduce un tornillo de esponjosa que atravesará las dos corticales del calcáneo, sobresaliendo aproximadamente 1 cm en la superficie superior del mismo, y que actuará como stop o tope que limita la excesiva movilidad del calcáneo. Bloquea pasivamente la pronación calcánea por choque directo del extremo libre del tornillo con el astrágalo.

Se comprueba la correcta posición del talón, bostezándolo lateralmente y forzando la dorsiflexión. En este momento se puede rectificar más o menos el grado de corrección.

Se coloca un vendaje compresivo, sin inmovilización rígida y ni ningún tipo de ortesis adicional. El niño realizará una marcha inicial en supinación que irá normalizándose con el paso del tiempo.

Otras técnicas

Para el tratamiento quirúrgico del pie plano flexible, se han desarrollado un sin número de técnicas, aunque la mayoría de los autores coinciden que el mejor procedimiento es la realización de lo que se denomina artrorrísis o limitación pasiva de la hiperpronación calcánea con bloqueo de los movimientos de la articulación subastragalina sin actuar sobre las superficies articulares.

Autores y técnicas desarrolladas

- Judet: fija la cabeza astragalina con el calcáneo tras reducir la deformidad
- Giannini: utiliza una prótesis de teflón expansible.
- Smith y Millar: utilizan un implante de polietileno.
- Viladot: emplea una prótesis.
- Recaredo Álvarez: aplica un tornillo de esponjosa.

4.4.1.3 Tratamiento Post-Quirúrgico del Pie Plano y del Pie Plano Congénito

Indicado en el pie plano Grado III acompañado de valgo del retropié, acompañado de dolor permanente, y el paciente alcanza los 10 años de edad. Existe actualmente gran controversia si un pie plano flexible debe o no ser tratado quirúrgicamente por el hecho, de que se lo atribuye a un concepto de ser un pie plano fisiológico, que puede en el futuro ser un pie normal, pero como no se puede predecir el futuro y determinar si un pie plano flexible evolucionará a un pie plano doloroso o no doloroso se asume el tratamiento quirúrgico como opción correctora preventiva. Por otro lado todos los autores coinciden, en que un pie plano doloroso su única resolución es quirúrgica.

Actividades

- Masaje debridante de la cicatriz.
- Movilización progresiva (activa asistida, pasiva suave) de la tibiotarsiana y de las diversas articulaciones del pie.
- Tonificación suave de todos los músculos mencionados anteriormente.
- Carga progresiva después de 8 semanas y corrección de la marcha.

4.4.2 Pie Valgo

4.4.2.1 Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Valgo

El tratamiento fisioterapéutico del pie valgo se encuentra encaminado al alivio de la sintomatología (dolor).

- Masoterapia.
- Movilización pasiva.
- Actividades:
 - Corrección de la marcha: pies alineados y tronco erguido.
 - Reeducación de la prensión: desarrollo de flexores, lumbricales e interóseos.
 - Caminar de puntillas: potenciar tríceps sural, peroneo lateral largo y flexor del 1er dedo.
 - Caminar sobre los talones: potenciar tibial anterior.
 - Subir y bajar rampa de talones: potenciar tibial anterior.
 - Marcha sobre borde externo del pie: potenciar tibial posterior.
 - Moldear objeto duro con la planta del pie.
 - Flexión y extensión de los dedos con apoyo del talón a una pequeña altura.
 - Flexión, extensión y abducción libre de los dedos.

4.4.2.2 Tratamiento Quirúrgico del Pie Valgo

Una gran cantidad de anomalías estáticas pueden agruparse bajo la denominación de pie plano; la deformación que puede acompañarse con una simple pronación de la parte posterior del pie o valgo, o bien puede agregársele el hundimiento plantar anterior, siempre acompañadas de dolor. Se debe considerar este concepto de unión entre un plano y un valgo doloroso, ya que son indicaciones para una intervención quirúrgica.

Técnica

Osteotomía calcánea correctora transversa distal 1,5 cm, proximal a la articulación calcaneocuboidea. Alargamiento del calcáneo en 10-15 mm en la parte dorsal del calcáneo y 8-10 mm en la parte plantar. Corrección del valgo de la parte posterior del pie mediante una o dos cuñas de hueso cortical autólogo en forma de doble trapezoide. Provocará un enderezamiento del astrágalo y el calcáneo. El arco longitudinal del pie se endereza por el ligero movimiento del retropié en contra del valgo y como consecuencia se obtendrá una rotación externa de la cabeza astragalina mientras hay un estiramiento de los ligamentos medio plantares y del músculo peroneo largo.³³

Cuando existe una evidencia de un pie equino enmascarado previamente con una marcada restricción de la flexión dorsal, el músculo gemelo puede ser relajado por la incisión de su aponeurosis como describió Strayer (2003). De lo contrario un músculo gemelo tensado podría conducir el talón hacia el valgo después de la corrección realizada.

4.4.3 Pie Varo

4.4.3.1 Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Varo

- Actividades:
 - Subir por la rampa.
 - Bajar la rampa de espaldas.

³³ Osteotomía modificada de Evans para el tratamiento quirúrgico del pie plano valgo adquirido [En línea] Disponible: < <http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/41>

- Subir y bajar la rampa de lado: así se trabaja la musculatura externa e interna de la pierna.
 - Caminar de talones.
 - Subir y bajar las escaleras.
 - Movilización activa libre de tobillo en sedestación, con flexión de cadera y rodilla para disminuir el reflejo extensor.
 - Caminar sobre materiales blandos.
- Actividad asistida:
 - Estiramientos de la musculatura de la pantorrilla de: peroneos, tibial anterior y posterior y gemelos
 - Estiramientos y relajación de la bóveda plantar.
 - Movilizaciones articulares del tobillo articulación subastragalina, movilización de los metatarsianos, articulación tibio-peroneo-astragalina.
 - Potenciación de peroneos para evitar esguinces de tobillo por una inversión forzada.
 - Propiocepción de tobillo: por medio de:
 - Plataforma inestable
 - Cama elástica

4.4.3.2 Tratamiento Quirúrgico del Pie Equino-Varo Congénito

Para el tratamiento quirúrgico existen dos tendencias:

- Procedimientos quirúrgicos dirigidos a las deformidades más aparentes como la liberación posterior.
- Procedimiento en que todos los elementos alterados deben ser tratados simultáneamente con una liberación posteromedial completa con o sin

liberación plantar, complementada con fijación interna temporal de la articulación astrágalo - escafoidea o astrágalo - calcánea.

4.4.4 Pie Cavo

En pie cavo infantil la principal indicación de cirugía es la deformidad estructural y física del pie y en segundo lugar está indicado el dolor según Mosca “Si se espera que la deformidad pediátrica fuese muy dolorosa, la mayoría de deformidades no precisarían cirugía hasta la adolescencia”³⁴

4.4.4.1 Tratamiento Fisioterapéutico del Pie Cavo

El principal objetivo del tratamiento es proporcionar alivio de la sintomatología (dolor), por lo cual solo se debe efectuar, en presencia de sintomatología clínica correspondiente.

Segundo objetivo es la elongación de las partes blandas, para evitar la formación de dedos en garra no reductibles.

Para iniciar:

- Se puede realizar ejercicios y estiramientos plantares para mejorar su flexibilidad.
- El uso de plantillas correctoras con apoyo retrocapital.
- El uso de calzado cómodo, ancho y largo con la punta alta para movilidad de los dedos.

Los estiramientos de las cadenas posteriores son muy importantes, debido a que este pie cursa con hipertonía muscular, y por ello tienen la musculatura

³⁴ Núñez Samper, (2007). Op. Cit. Pag. 226

acortada. Practicar ejercicios en planos inestables por ejemplo mantener el equilibrio sobre pelotas de forma alternativa en cada pie.³⁵

Se puede realizar Masoterapia en la fascia plantar para preparar al pie para los ejercicios.

Actividades:

- Caminar descalzo sobre superficies blandas y duras.
- Subir rampa apoyando el talón
- Bajar rampa apoyando el talón, de espaldas.

4.4.5 Tratamiento Ortopédico del Pie Cavo

En la población infantil que presenta pie cavo asintomático, no se precisa de tratamiento ortopédico.

En un cuadro de un niño/a de un pie cavo doloroso se debe iniciar el tratamiento con el uso de la Ortopedia o la combinación de métodos como:

- Calzado adecuado que no le cause una metatarsalgia y de gran amortiguación.
- Rehabilitación
- Ortesis plantares que incluye:
 - Una elevación del talón para la amortiguación y acomodación del exceso de impacto en la marcha y evitar el acortamiento gemelar presente en pie cavo.

³⁵ Elena Calleja Robledo. Fisioterapia De Las Patologías Del Pie. [En línea] Disponible: <<http://www.efisioterapia.net/descargas/pdfs/317-efisioterapia.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

- Una cuña de base externa a nivel del talón para inducir a una eversión y alcanzar una distribución de las cargas en una superficie mayor.
- Una cuña en el antepié que inicia en el primer metatarsiano y termina y se extiende al borde externo de la ortesis para una acomodación del valgo del antepié.

4.4.6 Tratamiento Quirúrgico del Pie Cavo

Una de las indicaciones para una posible intervención quirúrgica, es que el/la niño/a con pie cavo presente dolor y dificultad para el uso del calzado, que no mejora con un tratamiento conservador.

Factores dependientes de un acto quirúrgico de pie cavo:

- La edad del paciente
- Grado de actividad física
- El grado de rigidez del pie
- La naturaleza de las deformidades observadas

El objetivo primordial de este tipo de tratamiento es alcanzar un tipo de pie indoloro, plantígrado, la corrección de la deformidad, mejorar el equilibrio del pie, optimizar el proceso de la marcha y facilitar el uso del calzado.

“No se puede generalizar un tipo de tratamiento en el pie cavo, porque no existe un tipo de Pie Cavo Tipo, sino muchos tipos de pies Cavo”³⁶

El tratamiento quirúrgico con lleva varios tipos de técnicas como: Transposición tendinosa, osteotomía del calcáneo para corregir el varo y osteotomías del mediopié, que pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

³⁶ Núñez Samper, (2007). Op. Cit. Pag. 226

- Técnicas Quirúrgicas sobre la planta del pie
- Técnicas quirúrgicas sobre el antepié y dedos
- Osteotomías
- Artrodesis

Si bien las únicas variables para que sea viable una cirugía del pie cavo es la presencia de la sintomatología clínica y la finalización del crecimiento del niño/a, sin embargo, se ha evidenciado la necesidad de realizar intervenciones quirúrgicas en edades tempranas para evitar las deformidades tempranas sobre todo en pacientes que presentan enfermedades neuromusculares subyacentes.

En cada tipo de alteraciones del pie se debe considerar una gran variedad de indicaciones y contraindicaciones, a las cuales deberías someter a cada uno de nuestros pacientes, por tal motivo se debe considerar un orden pertinente en relación a los protocolos de tratamientos, para ello se tomará en cuenta, como medio de primera elección al tratamiento conservador en casos de un cuadro clínico sintomático, enfocados en conseguir una mejoría clínica y en el caso de un reducido número de pacientes que no alcanzan los objetivos planteados y con el antecedentes de ser seleccionados mediante diagnóstico diferencial personalizado, se tendría como segunda opción el tratamiento quirúrgico.

4.5 Ergonomía del Pie

El concepto de ergonomía, implica la adaptación del trabajo a las condiciones psicológicas y anatómo-fisiológicas del hombre, cuya finalidad es la dualidad hombre-máquina, para alcanzar la eficacia, por lo cual se mantiene una íntima relación con el calzado de uso diario.

“El calzado cumple la función de protección del pie de los agentes vulnerables del medio externo, y cuya utilización se remota desde la prehistoria”³⁷. El calzado se ha utilizado como medio profiláctico en el pie pediátrico, con gran controversia este tema en la actualidad y de gran ayuda en otros casos

³⁷ Miralles, R. (2007). Op. Cit.

comprobados, para el mejoramiento deportivo y para evitar accidentes laborales como medio de protección.

En otro caso se debe tomar en cuenta que el calzado no influya en el apareamiento de alteraciones patológicas como el Hallux Valgus, los dedos en martillo, etc.; con una gran incidencia en mujeres, debido a la utilización de zapatos con tacón elevado y punta estrecha.

No debemos olvidar al momento de una selección adecuado del calzado, en relación al terreno sobre el que caminamos o realizamos una actividad deportiva.

“Un buen diseño y una buena construcción del calzado en función de la edad y el uso (deporte, trabajo), así como un terreno apropiado son fundamentales para conseguir una ergonomía correcta”³⁸

Un calzado deportivo adecuado debe adecuarse desde su biomecánica, el cual sujeta el tobillo, siendo esto una alternativa para la reducción de esguinces.

En la marcha los dedos del pie se mantiene en contacto con la suelo, durante las tres cuartas partes del ciclo. Los dedos del pie además cumplen una importante función al ampliar la superficie de contacto o apoyo.

En la mujer en periodo de embarazo sufre modificaciones en alrededor de las presiones plantares normales, con un aumento paulatino de la presión en el borde externo del pie.

Según Miralles (2007). Una disminución de la resistencia de la aponeurosis plantar produce una disminución de la altura del arco del pie en un 17% y un alargamiento del pie en un 15%.

En el pie a la articulación tibioastragalina exhibe una movilidad del 80 %, teniendo en consideración que el 10 % de flexión plantar y el 20 % de flexión

³⁸ Ibídem.

dorsal son realmente utilizados en el proceso de la marcha. En movimientos excepcionales como la carrera, el subir o bajar gradas se produce un aumento de los movimientos sobre todo la flexión dorsal y plantar.

En la posición de sentado o sedente se puede establecer, requerimientos de movilidad:

- 10 % de flexión dorsal (posición sentada)
- 32 % de flexión dorsal (posición en cuclillas)

En terrenos irregulares el pie sufre una serie de adaptaciones tanto a nivel dinámico -estático, induciendo a la rigidez de la articulación subastragalina, en donde se evidencia la carencia de movimientos acompañantes en inversión y eversión.

Cuando el tobillo queda rígido o hay que realizar una artrodesis, la posición más funcional es la posición neutra o muy discreta en flexión, así como un moderado valgo del talón y 10 grados de rotación externa. El pie artrodesado en equino provoca una sobrecarga de la articulación subastragalina y 26,9 % de metatarsalgias.

En la anquilosis en talo se desarrolla la verticalización del calcáneo o cavo posterior, siendo esta posición cómoda para caminar, correr y saltar.

CAPÍTULO V

5 METODOLOGÍA

Tipo de estudio:

El estudio del pie en niños/as de una Escuela Fiscal Mixta del Distrito Metropolitano de la Ciudad de Quito, es tipo descriptivo-transversal, que tiene como motivo principal la determinación de la frecuencia de uno o varios eventos, como es la manifestación de las diferentes alteraciones estructurales del pie en la población infantil en un tiempo determinado, analizando “La distribución y características de los problemas que afectan a las personas”.³⁹

Para la conceptualización del tipo de estudio se cita a García Padilla que expresa:

Basados en la observación minuciosa de lo que ocurre en salud de los grupos y las poblaciones, pretende dibujar la distribución de los sucesos de interés en salud y aproximarse a la explicación de dichos fenómenos examinando las variables que pueden estar asociadas.⁴⁰

Por otro lado el diseño del estudio, ha permitido determinar las relaciones de las enfermedades o alteraciones con variables de interés (edad, sexo, grupo étnico, etc.) de población en estudio, en un momento determinado, con lo cual se puede ilustrar las condiciones estructurales más frecuente del pie en niños/as en el periodo de enero a mayo del 2011.

³⁹ Rada, Gabriel. Estudios descriptivos: Tipología. [En línea] Disponible: <<http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/epiDesc4.htm>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].

⁴⁰ Antonio Frías Osuna. (2000). Salud pública y educación para la salud. Editorial Masson S.A. Edición Barcelona – España. Pág. 129-130

Variables del Estudio

Las principales variables del estudio son: Tipo de Pie según el Índice de Hernández Corvo, el Desvió del Talón, la Forma del Pie, el Tipo de Dedos, Índice de Masa Corporal (IMC) y el Apoyo de los dedos, variables determinadas tanto del pie derecho, izquierdo y bilateral.

Entre las variables de control se seleccionaron a: el Género, la Edad, Grupo Étnico, Predisposición al Hallux Valgus, el Dolor, la presencia de Callosidades, la presencia de Sudoración, el Test de Jack, el Test de Fonseca, la Hiperlaxitud y el Valor del Z.

Definición de las variables

Edad: Cantidad de años, meses y días cumplidos a la fecha de aplicación del estudio (6 a 8 años).

Género: división biológica en dos grupos mujer o hombre.

Peso: magnitud de fuerza expresada en Kg.

Talla: medida convencional para determinar la altura de los niños/as en cm

IMC: medida de asociación entre el peso y la talla de cada niño/a.

Forma del Pie (Fórmula Index): clasificación de los pies según la longitud de los dedos (falanges) del antepié.

Tipos de dedos: estructura morfología de los dedos del pie en niños/as.

Longitud del pie: medida del pie de forma individual entre dos los dos extremos del pie (punta del pie/ talón del pie)

Hallux Valgus: trastorno de la primera articulación metatarsofalángica, que desvía hacia fuera de la cabeza del primer metatarsiano a la cara interna del pie.

Dolor: sensación sensación aflictiva a nivel plantar por diferentes causas.

Callosidades: engrosamiento de la epidermis a nivel plantar.

Sudoración: exceso de líquido (sudor) que se excreta por las glándulas sudoríparas a nivel plantar.

Desvío del talón: Medida de valoración de alineación plantar al valgo, alineado o varo.

Índice de Hernández Corvo: Instrumento de valoración del Pie por un porcentaje cuantitativo.

Test de Fonseca: prueba en la cual el niño/a se coloca de puntillas, logrando una reaparición del arco interno de la bóveda plantar y desaparece el valgo.

Test de Jack: prueba en la cual al niño/a se le extiende pasivamente el primer dedo del pie, como resultado reaparece el arco interno del pie.

Hiperlaxitud: valoración de un aumento de la laxitud de articulaciones, músculos y tendones de cada niño/a.

Apoyo de dedos: Evaluación del nivel de presión de los dedos de cada pie por medio de la plantigrafía.

Operacionalización de las variables		
Variable	Categoría/ Escala	Indicador
Edad	6 años a 8 años	Frecuencia # años y promedio
Género	<ul style="list-style-type: none"> • Masculino • Femenino 	# niños/total # niñas/total
Peso	Variable numérica a escala continua	Kilogramos (Kg)
Talla	Variable numérica a escala continua	Centímetros (cm)
IMC	Medida de asociación Peso y Talla. <ul style="list-style-type: none"> • Obesidad • Sobrepeso • Normal • Bajo Peso • Bajo Peso Grave 	Frecuencia # de casos/ total
Forma del Pie, según la Fórmula Index	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Griego • Romano • Egipcio 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total
Tipo de dedos	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Normal • En Garra 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total
Longitud del Pie	Variable numérica a escala continua	Centímetros (cm)
Hallux Valgus Dolor Callosidades Sudoración	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	# casos si/total # casos no/total
Desvío del Talón	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Varo • Alineado • Valgo 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total
Porcentaje X (Índice de Hernández Corvo)	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • 0-34% Pie Plano • 35%-59% Pie Normal • 60%-100% Pie Cavo 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total
Test de Fonseca Test de Jack Hiperlaxitud	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Positivo • Negativo • No Realiza 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total
Apoyo de dedos	Pie derecho e izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • 0-3 Malo • 4-7 Regular • 8-10 Bueno 	Frecuencia # casos presentes/total # casos no presentes/total

Población y selección de la muestra

Según Ramírez, T. (1998) a la población se la define como:

La que reúne tal como el universo a individuos, objetos, entre otros que pertenecen a una misma clase de características similares, se refiere a un conjunto limitado por el ámbito del estudio a realizar. La población forma parte del universo.⁴¹

El análisis de los datos del trabajo de disertación, deben condensarse, como un conjunto de sujetos o individuos con características similares que serán parte del estudio y que se los agrupa en la denominada muestra, que según Arkin y Colton, (1995) la definen como:

Es una porción representativa de la población, que permite generalizar los resultados de una investigación. Es la conformación de unidades dentro de un subconjunto que tiene por finalidad integrar las observaciones (sujetos, objetos, situaciones, instituciones u organización o fenómenos), como parte de una población.⁴²

El Universo de la muestra está representado por todos/as los/as niños/as de la pertenecientes a la Escuela Fiscal Mixta de la Ciudad de Quito, por consiguiente se tomó como muestra todos/as los/as niños/as (123 estudiantes) distribuidos/as en los Segundos a Terceros año de Educación Básica del plantel educativo y que se encuentran cursando el año Lectivo 2010-2011.

Criterios de inclusión

- La autorización escrita de la Institución Educativa, que formará parte de la investigación.
- Estudiantes matriculados en el plantel educativo en el periodo 2010 - 2011.

⁴¹ Romero B, Ferrádiz M. Áreas, líneas, proyectos de investigación desarrollados en los trabajos de grado presentados por los estudiantes de la Carrera Educación Integral del Centro Local Metropolitano. [En línea] Disponible: <biblo.una.edu.ve/ojs/index.php/AEI/article/view/782> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

⁴² Población y Muestra. [En línea] Disponible: <http://www.foroswebgratis.com/mensaje-re_poblaci%C3%B3n_y_muestra-46285-305687-1-926136.htm> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

- Niños/as con edades comprendidas entre 6 y 8 años.
- Niños/as con el respectivo consentimiento informado de los padres o representantes.
- Niños/as que no hayan tenido un tratamiento fisioterapéutico previo, de cualquier alteración del pie.

Criterios de exclusión

- Niños/as sin la respectiva autorización de los padres o representantes.
- Niños/as con antecedentes de enfermedades neurológicas o neuromusculares, genetopatías y malformaciones en cualquier segmento del aparato locomotor.

Consecutivamente se tomaron en cuenta a los 123 niños/as de entre 6 y 8 años de edad, de los cuales se excluyeron del análisis todos aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión, proyectando un total en la muestra de 117 niños/as participantes del estudio, con una pérdida respectiva del 4.8%, del total de la muestra, por lo cual se continuó con la evaluación respectiva.

Fuentes primarias

- Ficha de evaluación
- Hoja de recolección de datos informativos

Fuentes secundarias

- Textos especializados (Traumatología -Ortopedia, Biomecánica, Kinesiología, etc.)

- Estudios científicos (ensayos clínicos controlados, metaanálisis y casos y controles) especializados $p=0.05$
- Test bibliográficos de análisis

Fuentes terciarias:

- Bases de datos informáticas de estudios médicos o de ciencias de la salud: Medigraphic, Cochrane, Pubmed.

Técnica:

En la disertación se empleó como técnica de recolección de datos a la observación que se manifiesta según Balestrini M 2000; como:

La observación científica, sometida a un conjunto de condicionamientos que permite el refinamiento de nuestros sentidos a partir del empleo de una serie de técnicas, con el propósito de que los datos se hagan asequibles y se puedan obtener de la realidad estudiada; en definitiva la técnica de la observación nos guió a la identificación del fundamento esencial para la investigación⁴³

Instrumentos:

Se ha elaborado una ficha de Evaluación Kinésica, tomando en cuenta el tipo de población, a la cual se encuentra dirigida; para la obtención de la información estadísticamente válida. Se utilizó como medio de evaluación los siguientes elementos:

- Estudio de huella plantar o Plantigrama.
- Curvas del Índice de Masa Corporal (IMC), en niños/as de 5 a 19 años de la OMS 2007.

⁴³ Morán, J. La Observación. [En línea] Disponible: < <http://www.eumed.net/ce/2007b/jlm.htm>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

Para concluir, en el estudio se ha empleado un instrumento estadístico llamado Epi-Info Versión 2002, que facilitó el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la respectiva investigación, así como su validación epidemiológica.

CAPÍTULO VI

6 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se ha realizado la recopilación de los datos mediante el instrumento citado Epi- Info, efectuando una comparación de los resultados obtenidos con estudios similares.

Para la aprobación estadística de los resultados, se ha tomado en cuenta el Chi Cuadrado y un valor de $p = -0.05$. El análisis estadístico y cálculos se ejecutaron por medio del programa estadístico, realizando un análisis Univariado y multifactorial.

Resultados

En consideración de los criterios de inclusión y exclusión descritos anteriormente, se obtuvo una muestra global de 117 niños/as de una Escuela Fiscal Mixta del Distrito Metropolitano de la Ciudad de Quito, perteneciente al Segundo y Tercer año de Básica del año lectivo 2010-2011.

Análisis Univariar

Género

Existe una correspondencia en cuanto al género, demostrada con los siguientes resultados: 56 estudiantes de género femenino que corresponde al 48% y 61 estudiantes de género masculino que corresponde al 52%, de un total de la muestra en estudio de 117 participantes.

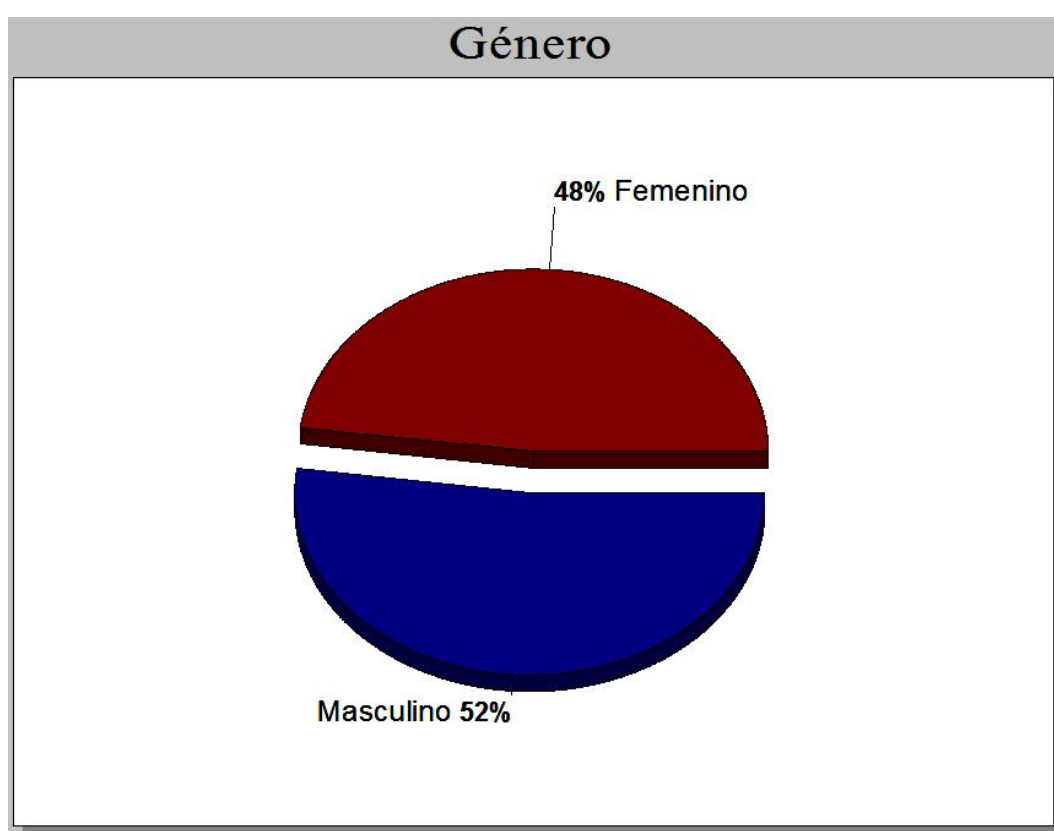


Gráfico 1 Distribución de los participantes en el estudio, por Género
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Grupo Étnico

En la muestra en estudio se ha encontrado, mayor frecuencia de la raza mestiza con 92.3%, en comparación de grupos étnicos como el indígena con un porcentaje de 2.6% y afro ecuatorianos con un porcentaje de 5.1%, convirtiéndose en una minoría en el total de la muestra.

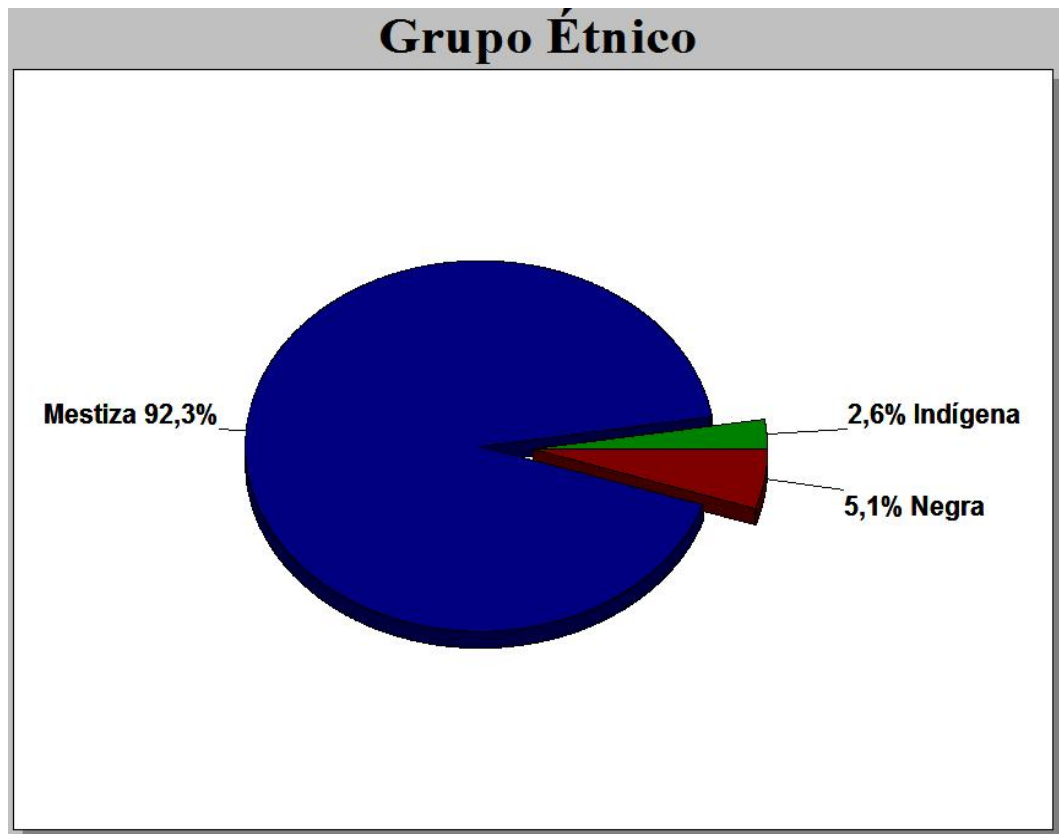


Gráfico 2 Distribución de los participantes en el estudio, por Grupo Étnico
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Forma del Pie

Los/as 117 niños/as evaluados/as, demostraron una prevalencia de Tipo de Pie Egipcio en relación al Tipo de Pie Griego y Romano, demostrado por medio de los siguientes resultado: 62 estudiantes (53%) de tipo Pie Egipcio, concordando con los datos bibliográficos del texto de José Luis Moreno de la Fuente Podología General y Biomecánica, que demuestra una mayor frecuencia de este tipo de pie en la población latina, seguido de un tipo de Pie Griego en 34 estudiantes (29,1%) y por último el tipo de Pie Romano o Cuadrado en 21 estudiantes (17,9%). Cabe recalcar que todos estos tipos de pies son completamente normales, y no conllevan alteración a futuro a nivel del pie.





Forma del Pie	Frecuencia	Porcentaje	
Egipcio	62	53,0%	
Griego	34	29,1%	
Romano	21	17,9%	
Total	117	100,0%	

Tabla 2 Distribución de acuerdo a la Forma del Pie, en la población en estudio Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Tipos de dedos

La descripción de una alteración en los dedos de los pies, se la realizó de forma individual en cada uno de los pies (izquierdo-derecho), por lo que se pudo evidenciar alteraciones estructurales de los dedos del pie (Dedos en Garra) en 32 estudiantes (27.4%) del pie izquierdo, mientras que en el pie derecho, se ha observado una prevalencia en 38 estudiantes (32.5%).

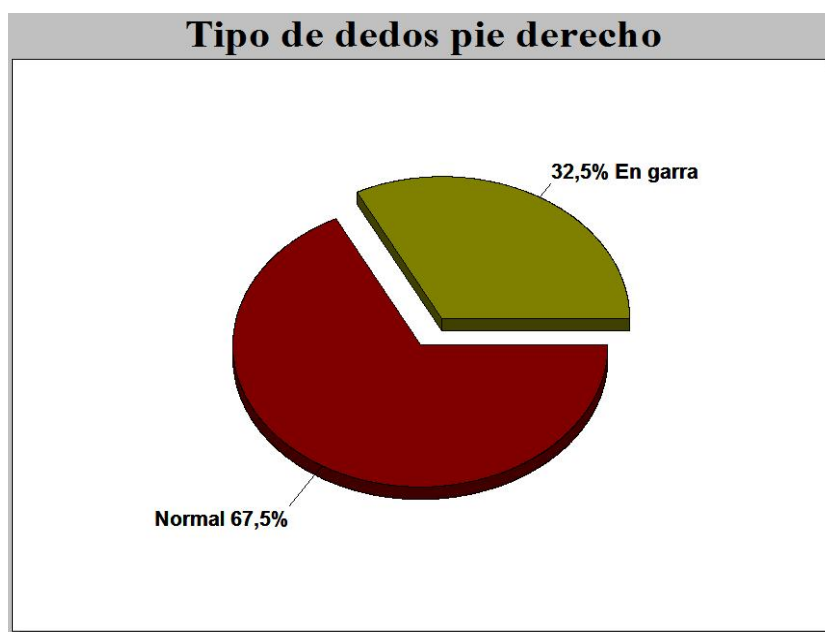


Gráfico 3 Distribución del Tipo de Dedos, en la población en estudio (Pie derecho)
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

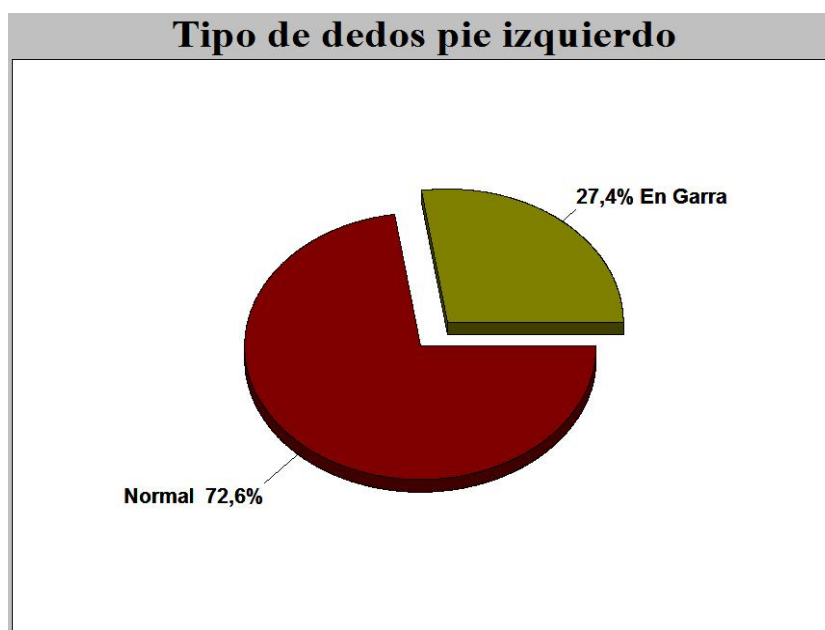


Gráfico 4 Distribución del Tipo de dedos, en la población en estudio (Pie izquierdo)
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Predisposición al Hallux Valgus

En la valoración del pie, se ha encontrado una frecuencia del 22.22% de Predisposición al Hallux Valgus en el pie derecho, que corresponde a 26 estudiantes; mientras que existe una Predisposición al Hallux Valgus del pie izquierdo de 23,93%, correspondientes a 28 estudiantes, del total de la muestra evaluada.

En el universo la predisposición al Hallux Valgus del pie derecho fluctúa entre 15.1% al 30.8%, en tanto que el pie izquierdo oscila entre 16.5% al 32.7%, determinado por los intervalos de confianza a un 95% de la muestra en estudio

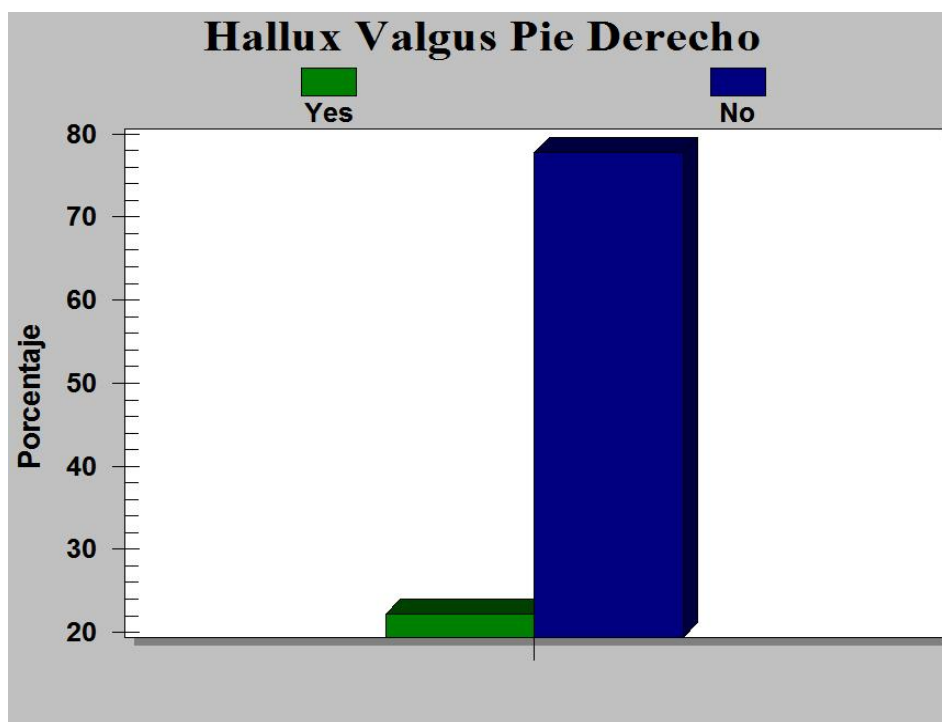


Gráfico 5 Distribución de la Predisposición al Hallux Valgus, en la población en estudio (Pie derecho) Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

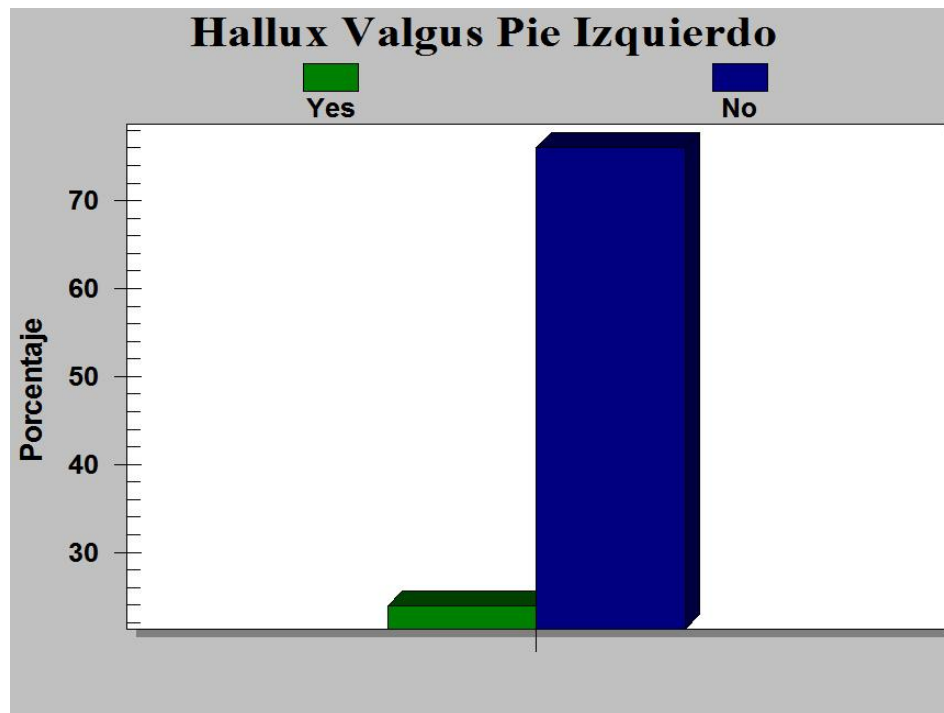


Gráfico 6 Distribución de la Predisposición al Hallux Valgus, en la población en estudio (Pie izquierdo)
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Longitud del Pie

Pie Derecho

Dentro los/as 117 niños/as evaluados/as, se ha encontrado una Media de la Longitud el Pie Derecho de 17 cm, Varianza de 3,0909 cm y su Desviación Estándar de 1,7581 cm; mientras que se obtuvo valores Mínimos de 14 cm y valores Máximos de 20 cm.

Pie Izquierdo

Del total de niños/as evaluados/as en el pie izquierdo, se ha logrado evidenciar una Media de la Longitud el Pie Izquierdo de 17,44 cm, Varianza de 2,9773 cm y su Desviación Estándar de 1,7226 cm. Alcanzando valores Mínimos de 14 cm y Máximos de 20 cm. Los datos de la longitud del pie tanto derecho como izquierdo no sufren diferencias significativas en cuanto a las medidas estadísticas analizadas.

Por otra parte se ha distribuido a los datos del estudio de la longitud del pie (pie derecho e izquierdo) en tres grupos, para el correspondiente análisis estadístico.

- Grupo 1: longitudes entre 14 cm y 16 cm
- Grupo 2: longitudes entre 17 cm y 18 cm
- Grupo 3: longitudes entre 20 cm y 21 cm

Como resultado se pudo observar, que en las tres edades evaluadas coinciden una concentración mayor para el Grupo 2 de longitudes de entre 17 cm-19 cm, distribuidas de la siguiente forma:

- Pie derecho: 8 años (92,3%), 7 años (88,2%) y por último 6 años (81,0%).
- Pie izquierdo: 8 años (92,3%), 7 años (90,9%) y por último 6 años (85,7%).



Gráfico 7 Distribución de los participantes por la Longitud del Pie Derecho
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

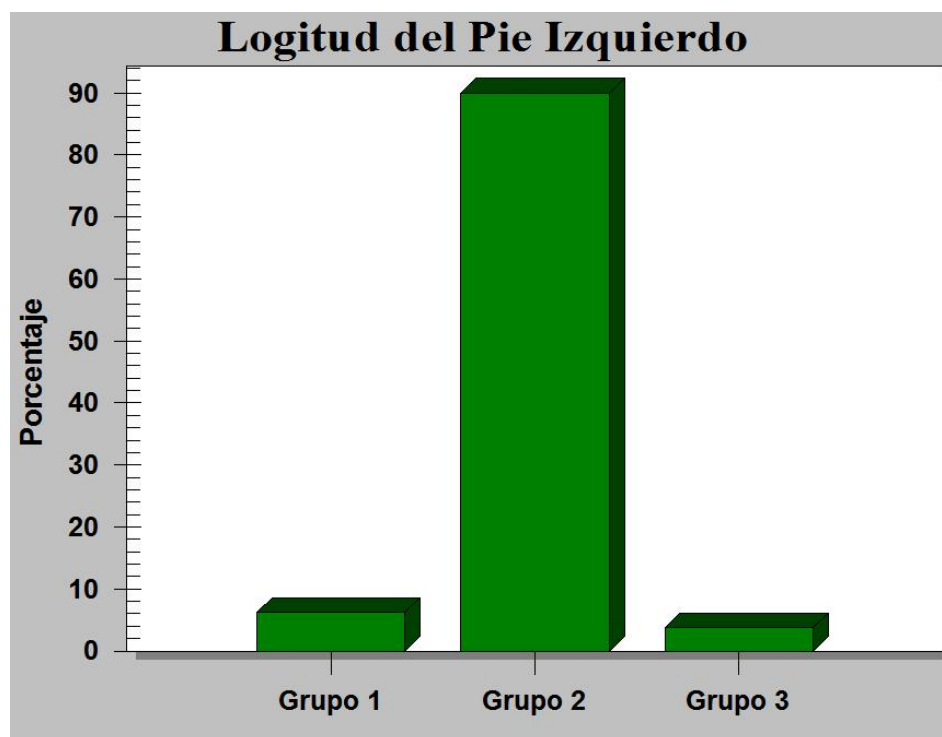


Gráfico 8 Distribución de los participantes por la Longitud del Pie Izquierdo.
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Diagnóstico por medio del Índice de Hernández Corvo

Para el análisis estadístico del pie según el Índice de Hernández Corvo, a la muestra en estudio, se la distribuyó en tres grupos, de acuerdo al Porcentaje X (%) de la Ficha de Evaluación elaborada, detalla a continuación:

- Grupo 1: de 0 a 34% /Pie Plano
- Grupo 2: de 35% a 59% / Pie Normal
- Grupo 3: de 60% a 100% / Pie Cavo

Análisis Global

En el análisis descriptivo del pie por medio del Índice de Hernández Corvo, se ha encontrado los siguientes resultados del pie derecho: Pie Cavo en 36 estudiantes (30.8%), Pie Normal en 60 estudiantes (51.3%) y Pie Plano en 21 estudiantes (17.9%), datos del análisis global de pie.

Los intervalos de confianza demuestran la siguiente distribución en porcentajes: Pie Cavo de 22.6% al 40.0%, Pie Normal de 41.9% al 60.6%; mientras que el Pie Plano se encuentra entre 11.5% al 26.1%.





Índice Hernández Corvo	Frecuencia	Porcentaje	
Pie Cavo	36	30,8%	
Pie Normal	60	51,3%	
Pie Plano	21	17,9%	
Total	117	100,0%	

Tabla 3 Distribución del Tipo de Pie en la población en estudio por medio del Índice de Hernández Corvo (Pie derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Por otra parte, el Índice de Hernández Corvo, en el pie izquierdo indica los siguientes resultados: Pie Cavo en 46 estudiantes (39.3%), Pie Normal en 45 estudiantes (38,5%) y Pie Plano en 26 estudiantes (22,2%).

Los intervalos de confianza de muestran una distribución homogénea entre el Pie Cavo (30,4% al 48,8%) y el Pie Normal (29,6% al 47,9); mientras que del Pie Plano se encuentra entre el (15.1% al 30.8%).





Índice Hernández Corvo	Frecuencia	Porcentaje	
Pie Cavo	46	39,3%	
Pie Normal	45	38,5%	
Pie Plano	26	22,2%	
Total	117	100,0%	

Tabla 4 Distribución del Tipo de Pie en la población en estudio por medio del Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Análisis Detallado

Un análisis más minucioso, en cuanto al tipo de pie, según el índice de Hernández Corvo, indican de igual forma, una mayor frecuencia de pie Cavo, distribuidos en subtipos: Pie Cavo extremo 2 estudiantes (1,7%), Pie Cavo Fuerte 2 estudiantes (1,7%), Pie Cavo en 32 estudiantes (27,4%), por otro lado los considerados dentro del rango normal tenemos Pie Normal/Cavo en 15 estudiantes (12,8%), Pie Normal en 37 estudiantes (31,6%), Pie Normal/Plano 8 estudiantes (6,8%) y por último el análisis del Pie Plano en 21 estudiantes (17,9%).



Índice Hernández Corvo Pie Derecho	Frecuencia	Porcentaje	
Pie Cavo	32	27,4%	
Pie Cavo Extremo	2	1,7%	
Pie Cavo Fuerte	2	1,7%	
Pie Normal	37	31,6%	
Pie Normal/ Cavo	15	12,8%	
Pie Plano	21	17,9%	
Pie Plano/ Normal	8	6,8%	
Total	117	100,0%	

Tabla 5 Distribución del Tipo de Pie en la población en estudio por medio del Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

En relación al pie izquierdo, según el índice de Hernández Corvo, la frecuencia en el estudio de pie Cavo es mayor en relación a los otros tipos de pie, distribuidos en subtipos: Pie Cavo extremo 1 estudiante (0,9%), Pie Cavo Fuerte 3 estudiantes (2,6%), Pie Cavo en 42 estudiantes (35,9%), por otro lado los considerados dentro del rango normal tenemos: Pie Normal/Cavo en 8 estudiantes (6,8%), Pie Normal en 32 estudiantes (27,4%), Pie Normal/Plano 5 estudiantes (4,3%) y por último el análisis del Pie Plano es de 26 estudiantes (22,2%).









Índice Hernández Corvo Pie Izquierdo	Frecuencia	Porcentaje	
Pie Cavo	42	35,9%	
Pie Cavo Extremo	1	0,9%	
Pie Cavo Fuerte	3	2,6%	
Pie Normal	32	27,4%	
Pie Normal/ Cavo	8	6,8%	
Pie Plano	26	22,2%	
Pie Plano / Normal	5	4,3%	
Total	117	100,0%	

Tabla 6 Distribución del Tipo de Pie en la población en estudio por medio del Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Sin lugar a duda la frecuencia de Pie Plano corresponde a lo mencionando por Harris y Beath con un 23% de prevalencia, concordando con lo hallado en el estudio, que se ha determinado en un 17,9% del pie derecho y un 22,2% del pie izquierdo con intervalos de confianza de 13% al 30%, en el Universo.

Pero con gran sorpresa se ha encontrado en el estudio, una frecuencia de Pie Cavo con cifras por demás altas, en relación a las otras patologías estructurales del pie, se debe señalar la poca bibliografía recomendada en relación al Pie Cavo Pediátrico, que indican una frecuencia del 16,3 % en comparación con lo encontrado en el presente estudio, que tiene un promedio el 35.05% (pie derecho-pie izquierdo), sin olvidar que este tipo de pie, tiene una alta carga hereditaria.

Índice de Masa Corporal (IMC)

Se ha estudiado el Índice de Masa Corporal (IMC), por medio de los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS del 2007, que es el parámetro más adecuado para valorar los intervalos de crecimiento de los/as niños/as de la muestra en estudio, para tal efecto se dividió a la muestra según los Percentiles del IMC, de la siguiente manera:

- Obesidad: Percentil + 2 en adelante
- Sobrepeso: entre el Percentil + 1 y el Percentil +1,99
- Normal: entre el Percentil + 0.99 y el Percentil -1,99
- Peso Bajo: entre el Percentil -2 y el Percentil -2,99
- Peso Bajo Grave: Percentil -3 en adelante

En el análisis de los/as 117 niños/as, se ha encontrado que 84 estudiantes (71,8%) obtiene una Percentil Normal y que el 28,2 % restante se distribuye en las variables: Obesidad en 2 estudiantes (1,7%), Sobrepeso en 21 estudiantes (17,9%), Bajo Peso en 6 estudiantes (5,1%) y Bajo Peso Grave en 4 estudiantes (3,4%).

Si se une las variables Obesidad y Sobrepeso da un total 19.6 %, datos distribuidos equivalentemente entre Femenino (10 niñas) y Masculino (13 niños), que coincide con los conceptos actuales de OMS que determina que:

La obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública más graves del siglo XXI. El problema es mundial y está afectando progresivamente a muchos países de bajos y medianos ingresos, sobre todo en el medio urbano. La prevalencia ha aumentado a un ritmo alarmante. Se calcula que en 2010 hay 42 millones de niños/as con sobrepeso en todo el mundo, de los que cerca de 35 millones viven en países en desarrollo.⁴⁴

⁴⁴ Patrones de Crecimiento Infantil OMS. [En línea] Disponible: <http://www.who.int/childgrowth/standards/imc_para_edad/es/index.html> [Fecha de consulta: 2011-05-24].

Los datos obtenidos, se midieron mediante Intervalos de Confianza del 95% y un margen de error de 0.5% estadísticamente aceptado.







IMC	Frecuencia	Porcentaje	
Bajo Peso	6	5,1%	
Bajo Peso Grave	4	3,4%	
Normal	84	71,8%	
Obesidad	2	1,7%	
Sobrepeso	21	17,9%	
Total	117	100,0%	

Tabla 7 Distribución del Índice de Masa Corporal (IMC)
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Nivel de impresión de los Dedos del Pie

La puntuación obtenida en la muestra, fue clasificada en tres categorías:

- Mala: 0 - 3 puntos
- Regular: 4 -7 puntos
- Buena 8 -10 puntos

El análisis demostró una calificación del pie derecho de 44,4% como Buena de lo cual 21 estudiantes, corresponden al género femenino y 31 estudiantes al género masculino. La calificación Regular corresponde a un porcentaje de 55,6 %, distribuido el porcentaje en: 35 estudiantes del género femenino y 30 estudiantes del género masculino.

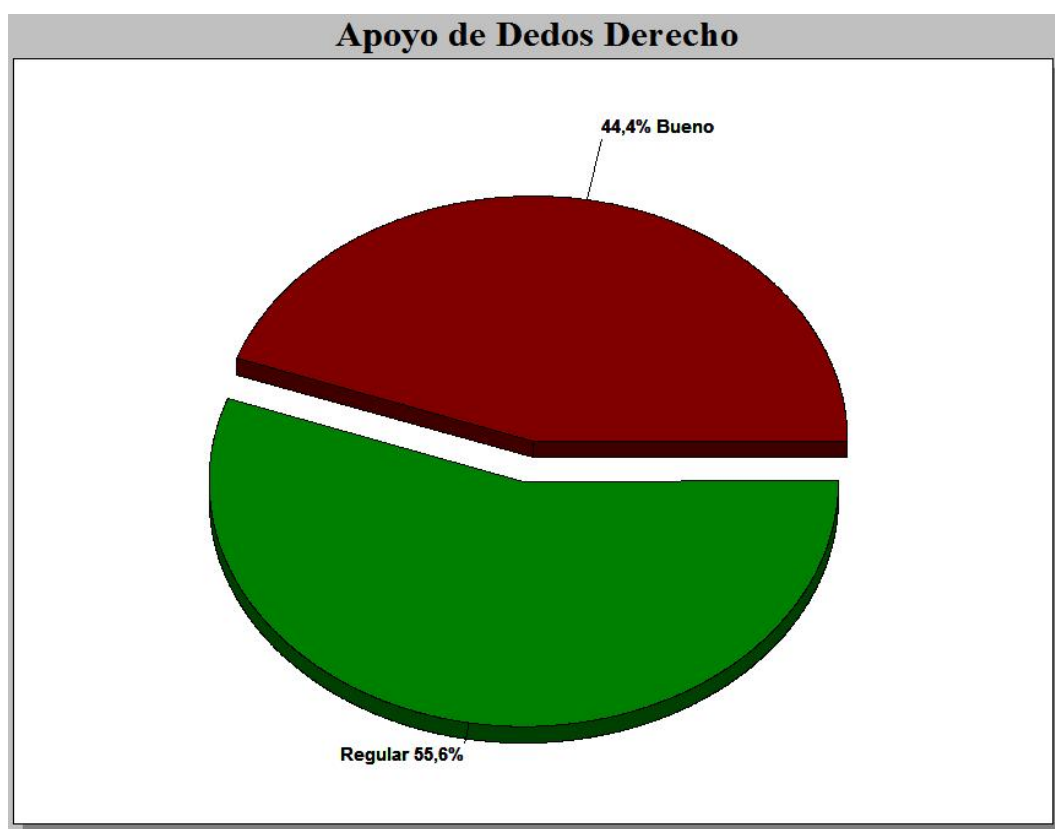


Gráfico 9 Frecuencia del Nivel de impresión de los Dedos del Pie derecho
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Apoyo de Dedos Izquierdo

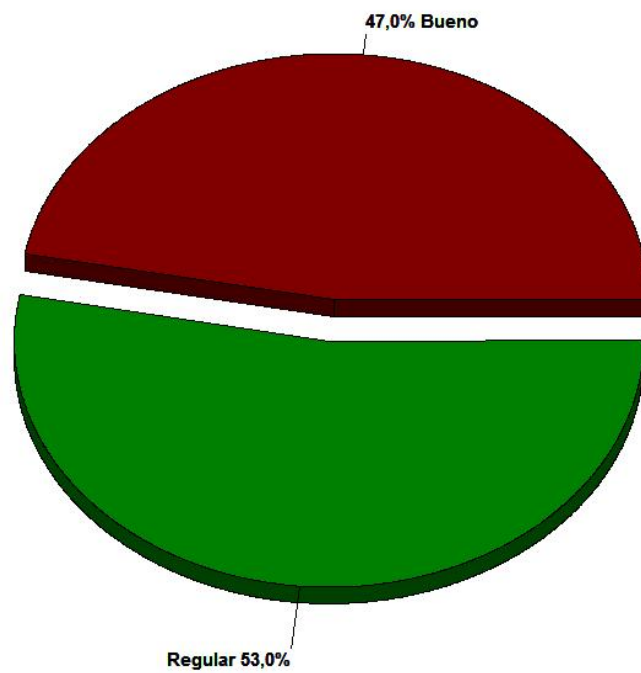


Gráfico 10 Frecuencia del Nivel de impresión de los Dedos del Pie izquierdo
Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Análisis Multivarial

Relación entre Índice de Hernández Corvo del pie derecho y Índice de Hernández Corvo del pie izquierdo

El análisis estadístico desarrollado a continuación tiene como fin, el establecer la prevalencia de una alteración del pie a nivel bilateral.

En los resultados se ha evidenciado, una significación estadísticamente alta, por tal motivo se puede referir que: el Tipo de Pie según el Índice de Corvo, sea este del tipo de Pie Plano, Pie Cavo o un Pie Normal, siempre se encuentra consignado a ser bilateral.

La prevalencia de bilateralidad se estableció por medio de los siguientes resultados: del Pie Cavo prevalencia de 27 estudiantes (62,8%), del Pie Normal una prevalencia en 37 estudiantes (77,1%) y en Pie Plano una prevalencia en 18 estudiantes (69,2%), estadísticamente significativo con un Chi Cuadrado = 83,9303 y un $p = 0,0001$.

Pie izquierdo/ Pie derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Pie Cavo	27	16	0	43
%	62,8	37,2	0,0	100,0
Pie Normal	8	37	3	48
%	16,7	77,1	6,3	100,0
Pie Plano	1	7	18	26
%	3,8	26,9	69,2	100,0
TOTAL	36	60	21	117
%	30,8	51,3	17,9	100,0

Tabla 8 Prevalencia de Bilateralidad de las alteraciones estructurales del pie
Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Relación entre Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo y el Género

Se relacionó, las deducciones del Índice de Hernández Corvo tanto del pie derecho como el izquierdo con, el Género de la población en estudio con una distribución de los resultados de la siguiente manera:

Pie derecho

En el Género Femenino, se ha encontrado, una mayor frecuencia de Pie Cavo de 44,6%, en relación al Género Masculino es del 18%; por otro lado la frecuencia de Pie Plano en el Género Masculino, es del 26,2% en relación con una frecuencia del Pie Plano en el Género Femenino, que es del 8,9%.

Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo)				
Pie derecho				
Género	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Femenino	25	26	5	56
%	44,6	46,4	8,9	100,0
Masculino	11	34	16	61
%	18,0	55,7	26,2	100,0
TOTAL	36	60	21	117
%	30,8	51,3	17,9	100,0

Tabla 9 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo y el Género (Pie derecho)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Pie izquierdo

En el Género Femenino se ha encontrado, una mayor frecuencia de Pie Cavo 51,8% en relación al Género Masculino 27,9%, al contrario la frecuencia de Pie Plano en el Género Masculino es del 32,8% en relación con una frecuencia, de pie plano en el Género Femenino, que es del 10,7%.

Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo)				
Pie izquierdo				
Género	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Femenino	29	21	6	56
%	51,8	37,5	10,7	100,0
Masculino	17	24	20	61
%	27,9	39,3	32,8	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 10 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo y el Género (Pie izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Se ha obtenido Medidas de Significación de los resultados mencionados tanto del pie derecho y del izquierdo, con un Chi Cuadrado= 12,0814 y una $p=0,024$ (derecho) y un Chi Cuadrado= 10,6747 y una $p=0,048$ (izquierdo), concluyendo que la hipótesis, Género con el Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo es real, además se pudo concordar con el estudio presentado por A. González de Aledo Linos y cols; que se determina que la prevalencia del pie plano patológico, es mayor en el género masculino con 58 niños (11.6%), que en 26 niñas (5,7%), mientras que en el pie cavo hay una contraposición, dando una prevalencia del pie cavo mayor en el género femenino con 96 niñas (21.2%) y en 59 niños (11,8%), datos estadísticamente significativos con valores de $p=0,001\%$.

Relación entre Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo con el Grupo Étnico

En el análisis estadístico de las variables Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo con el Grupo Étnico, se ha encontrado que en la Etnia Indígena el 100% es un Pie Normal, mientras que en la Etnia Mestiza existe una alta frecuencia de Pie Cavo (32,4%) y en Etnia Negra los datos son dispersos con una mayor frecuencia de Pie Normal (66,7%), son datos obtenidos del pie derecho.

Grupo Étnico	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Indígena	0	3	0	3
%	0,0	100,0	0,0	100,0
Mestiza	35	53	20	108
%	32,4	49,1	18,5	100,0
Negra	1	4	1	6
%	16,7	66,7	16,7	100,0
TOTAL	36	60	21	117
%	30,8	51,3	17,9	100,0

Tabla 11 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo y Grupo Étnico (Pie derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Mientras tanto, en el pie izquierdo el análisis determinó de igual forma, que la Etnia Indígena tiene una alta frecuencia de Pie Normal (66,7%) correlacionado con el pie derecho, en la Etnia Mestiza sigue prevaleciendo una alta frecuencia de Pie Cavo (39.8%) y en la Etnia Negra existe un equilibrio con un 33.3% para todos los tipos de pie según el Índice de Hernández Corvo.

Grupo Étnico	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Indígena	1	2	0	3
%	33,3	66,7	0,0	100,0
Mestiza	43	41	24	108
%	39,8	38,0	22,2	100,0
Negra	2	2	2	6
%	33,3	33,3	33,3	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 12 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo y Grupo Étnico (Pie izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

En el análisis se ha encontrado un Chi Cuadrado 3.736 (pie derecho) y un Chi Cuadrado de 1.757 (pie izquierdo), siendo esto estadísticamente no significativo.

Se puede mencionar que en la Etnia Indígena, en gran parte de su primera infancia, no usan ninguna clase de calzado prefabricado, por lo tanto podría ser una de los efectos de un frecuencia alta de Pie Normal, se debe tomar en cuenta que la muestra estudiada, en relación a este grupo étnico es muy reducida al igual que en la población afro ecuatoriana.

Relación entre Tipo de Pie, según el Índice Hernández Corvo, con el Desvío del talón y el Género

Femenino (Pie Derecho)

El análisis estadístico de las dos variables mencionadas, mantiene Medidas de Significación, por un Chi Cuadrado = 16,0658 y $p=0,029$, aprobando los datos como Reales.

Con el antecedente anterior se ha demostrado, que el Pie Plano tiene una predisposición al Valgo del talón en un 26,3%, información corroborada según datos de Santos Sastre Fernández en su libro Fisioterapia del pie; mientras al Pie Cavo se lo puede asociar tanto a un desvío del talón en valgo (26,3 %), como a un desvío del talón en Varo (100%), de un total del 56 niñas evaluadas.

Desvío del talón derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Alineado	16	17	0	33
%	48,5	51,5	0,0	100,0
Valgo	5	9	5	19
%	26,3	47,4	26,3	100,0
Varo	4	0	0	4
%	100,0	0,0	0,0	100,0
TOTAL	25	26	5	56
%	44,6	46,4	8,9	100,0

Tabla 13 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo, con el Desvío del Talón y Género Femenino (Pie derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Masculino (Pie Derecho)

En el Género Masculino se ha descubierto, una asociación del Pie Plano al desvío del talón en Valgo (54,2%), mientras que en el Pie Cavo se encuentra la mayor frecuencia en relación al talón Alineado (22,2%), sin predisposición al

desvío del talón en Valgo (0,00%). Las Medidas de significación indican un Chi Cuadrado de 16,4639 y una $p=0,0025$; estadísticamente significativo.

Desvío del talón Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Alineado	8	25	3	36
%	22,2	69,4	8,3	100,0
Valgo	3	8	13	24
%	12,5	33,3	54,2	100,0
Varo	0	1	0	1
%	0,0	100,0	0,0	100,0
TOTAL	11	34	16	61
%	18,0	55,7	26,2	100,0

Tabla 14 Relación entre el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo, con el Desvío del Talón y Género Masculino (Pie derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Femenino (Pie izquierdo)

El análisis estadístico de los datos obtenidos del Pie Izquierdo, con las variables mencionadas, se ha demostrado una prevalencia del 100% del pie plano y una relación de este con el desvío del talón en valgo de 18 estudiantes del Género femenino. Datos estadísticamente significativo con un Chi Cuadrado de 16,4639 y una $p=0,0025$

Desvío del Talón Izquierdo	Pie Plano	TOTAL
Alineado	36	36
%	100,0	100,0
Valgo	18	18
%	100,0	100,0
Varo	2	2
%	100,0	100,0
TOTAL	56	56
%	100,0	100,0

Tabla 15 Relación entre el Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo, con el Desvío del Talón y Género Femenino (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Masculino (Pie Izquierdo)

En el análisis del pie izquierdo masculino, se ha podido observado una concordancia con el género femenino analizado anteriormente, por una equivalencia notable en todos los resultados obtenidos en relación de un pie plano al 100% y una tendencia del pie plano relacionado con un desvío del Talón en Valgo en 33 estudiantes del Género Masculino.

Se utiliza Medidas de Significación como: El Chi Cuadrado = 16,4639 y una $P = 0,0025$, estadísticamente significativo.

Desvío del Talón Izquierdo	Pie Plano	TOTAL
Alineado %	26 100,0	26 100,0
Valgo %	33 100,0	33 100,0
Varo %	2 100,0	2 100,0
TOTAL %	61 100,0	61 100,0

Tabla 16 Relación entre el Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo, con el Desvío del Talón y Género Masculino (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Relación entre la Forma del Pie, según la Fórmula Índice con el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo

Pie derecho

La distribución de las variables en análisis, han determinado que el Pie Normal tiene una mayor predisposición a cualquier Forma del Pie, según la Fórmula Índice, sea este, Egipcio (48,4%), Griego (35,3%) o Romano (47,6%) y además una distribución uniforme de los demás tipos de pie en relación a su respectiva variable. Cabe recalcar que los datos que se ha observado mantienen una $p = 0,7388$.

Forma del Pie Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Egipcio %	17 27,4	30 48,4	15 24,2	62 100,0
Griego %	12 35,3	12 35,3	10 29,4	34 100,0
Romano %	7 33,3	10 47,6	4 19,0	21 100,0
TOTAL %	36 30,8	52 44,4	29 24,8	117 100,0

Tabla 17 Relación entre la Forma del Pie y Tipo de pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Pie izquierdo

En la relación del pie izquierdo, la situación estadística, cambia en cuanto en el pie Egipcio se ha podido evidenciar, una prevalencia de Pie Normal en 28 estudiantes (45,2%), en el pie Griego se ha encontrado en una mayor frecuencia de Pie Cavo en 15 estudiantes (44,1%) y por último el pie Romano que se halló una frecuencia de Pie Cavo en mayor número, con 10 estudiantes (47,6%). Determinación estadística con un Chi Cuadrado de 3,04 y una $p = 0,5509$.

Forma del Pie Izquierdo	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Egipcio	21	28	13	62
%	33,9	45,2	21,0	100,0
Griego	15	10	9	34
%	44,1	29,4	26,5	100,0
Romano	10	7	4	21
%	47,6	33,3	19,0	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 18 Relación entre la Forma del Pie y Tipo de pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Relación Dolor con el Tipo de Pie según el Índice de Hernández Corvo

En niños/as la principal indicación de cirugía de pie cavo, es la deformidad anatómica del pie y en menor grado el dolor; según Mosca VS, (2001), si se espera que la deformidad pediátrica fuese muy dolorosa, la mayoría de deformidades no precisarían de cirugía hasta la adolescencia, concepto que sirve de argumento para el análisis de las variables dolor y Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo).

Los datos que se han obtenido del respectivo análisis de las variables en mención fueron los siguientes:

Pie Derecho

En el Pie Cavo se registro 8 estudiantes (44,4%) que indicaron sintomatología (dolor), en el Pie Normal 9 estudiantes (50%) con dolor y en el Pie Plano 1 estudiante (5,6%) con dolor, con una prevalencia total en el Género Femenino de 12 estudiantes y en el Género Masculino en un número de 6 estudiantes en relación con la sintomatología.

Dolor del Pie Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Si	8	9	1	18
%	44,4	50,0	5,6	100,0
No	28	43	28	99
%	28,3	43,4	28,3	100,0
TOTAL	36	52	29	117
%	30,8	44,4	24,8	100,0

Tabla 19 Relación entre la Presencia de Sintomatología (Dolor) y Tipo de pie con el Índice de Hernández Corvo Pie derecho

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Pie Izquierdo

En el Pie Cavo se registro 7 estudiantes (35,0%) que indicaron sintomatología (dolor), en el Pie Normal 9 estudiantes (45,0%) con dolor y en el Pie Plano 4 estudiante (20,0%) con dolor, con una total en relación a la presencia de sintomatología en el Género Femenino de 14 estudiantes y en el Género Masculino en un número de 6 estudiantes.

Dolor del Pie Izquierdo	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Yes	7	9	4	20
%	35,0	45,0	20,0	100,0
No	39	36	22	97
%	40,2	37,1	22,7	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 20 Relación entre la Presencia de Sintomatología (Dolor) y Tipo de pie con el Índice de Hernández Corvo Pie izquierdo

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

En el análisis estadístico global, tanto del pie derecho como del pie izquierdo se ha encontrado:

- Pie derecho: Chi Cuadrado =4,6146 y una p= 0,0995
- Pie Izquierdo: Chi Cuadrado = 0,4361 y una p = 0,8041

Relación Test de Fonseca con el Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo)

La determinación Del Pie Plano como Flexible o Rígido, se determina mediante uno de los instrumentos como el Test de Fonseca, por tal motivo se observó la necesidad de relacionarla con su principal Patología (Pie Plano).

Encontrado la relación del Pie Plano a la Positividad del Test en 20 estudiantes (43,5%) en el pie derecho y en el pie izquierdo se ha encontrado una positividad para el test en relación al pie plano en 25 estudiantes (54,3%), confirmando las referencias bibliográficas de su uso y efectividad. Por consiguiente se ha validado estadísticamente con un Chi Cuadrado = 41.9337, una $p= 0.0001$ del pie derecho y con un Chi Cuadrado = 55,0503 y una $p= 0,00001$, para el pie derecho izquierdo.

Test de Fonseca Pie Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo	0	2	0	2
%	0,0	100,0	0,0	100,0
No realiza	32	36	1	69
%	46,4	52,2	1,4	100,0
Positivo	4	22	20	46
%	8,7	47,8	43,5	100,0
TOTAL	36	60	21	117
%	30,8	51,3	17,9	100,0

Tabla 21 Relación Test de Fonseca y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Test de Fonseca Pie Izquierdo	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo	0	1	1	2
%	0,0	50,0	50,0	100,0
No realiza	41	28	0	69
%	59,4	40,6	0,0	100,0
Positivo	5	16	25	46
%	10,9	34,8	54,3	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 22 Relación Test de Fonseca y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Relación Hiperlaxitud con el Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo)

Pie Derecho

De los/as 117 niños/as evaluados/as, se ha podido evidenciar en el estudio que la Hiperlaxitud, variable utilizada, que se la define como, un exceso de laxitud en las articulaciones sin dolor, tiene un grado de significación alto, en relación al Pie Plano 25 estudiantes (59,5%) de los considerados positivos. Se debe resaltar un alto número de estudiantes 14 que corresponde 33,3% de los considerados como positivos con un Pie Normal, argumento que valida el concepto de que, en las edades evaluadas (6 a 8 años) tienen una alta frecuencia la Hiperlaxitud, sin que esta se convierta en una patológica.

Las Medidas de Significación validan los datos obtenidos con un Chi Cuadrado = 49,2511 y una $p = 0,00001$

Hiperlaxitud Pie Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo	1	3	2	6
%	16,7	50,0	33,3	100,0
No realiza	32	35	2	69
%	46,4	50,7	2,9	100,0
Positivo	3	14	25	42
%	7,1	33,3	59,5	100,0

Tabla 23 Relación Hiperlaxitud y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Pie Izquierdo

En los resultados obtenidos en el pie izquierdo de igual forma se mantiene una distribución de los datos, similar a los encontrados en el pie derecho. La relación Hiperlaxitud – Pie Plano se ha encontrado en 22 estudiantes (52,4%) de los considerados como Positivos, mientras que en el Pie Normal se ha encontrado 15 estudiantes (35,7%) de los considerados como Positivos.

Los datos validados con Medidas de Significación, como Chi Cuadrado = 55,5401 y una $p = 0,00001$

Hiperlaxitud Pie Izquierdo	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo	0	2	4	6
%	0,0	33,3	66,7	100,0
No realiza	41	28	0	69
%	59,4	40,6	0,0	100,0
Positivo	5	15	22	42
%	11,9	35,7	52,4	100,0
TOTAL	46	45	26	117
%	39,3	38,5	22,2	100,0

Tabla 24 Relación Hiperlaxitud y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. **Elaborado por:** Guamaní F.

Relación Test de Jack con el Tipo de Pie (Índice de Hernández Corvo)

Pie derecho

De los estudiantes considerados como Test de Jack Positivos corresponden a un número de 47 estudiantes, produciendo una relación estadísticamente significativa entre el Pie Plano y la Test de Jack en determinada en la muestra en: 26 estudiantes (55,3%) y un porcentaje considerable en el Pie Normal al cual se realizó el Test de Jack, dando un resultado de Positivo en 17 estudiantes que corresponde al 36,2%

El análisis estadístico indicó un Chi Cuadrado = 48,4153 y una $p = 0.00001$, estadísticamente significativo.

Test de Jack Pie Derecho	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo %	0 0,0	0 0,0	1 100,0	1 100,0
No realiza %	32 46,4	35 50,7	2 2,9	69 100,0
Positivo %	4 8,5	17 36,2	26 55,3	47 100,0
TOTAL %	36 30,8	52 44,4	29 24,8	117 100,0

Tabla 25 Relación del Test de Jack y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Pie Izquierdo

Mientras tanto en el pie izquierdo los datos son equivalentes a los obtenidos en el pie derecho. Del total considerado como Positivo 47 estudiantes; existe una relación con el Pie Plano en 25 estudiantes (53,2%) y en el Pie Normal 17 estudiantes (36,2%).

Datos Validados con Medidas de Significación: Chi Cuadrado 56,1876 y una $p= 0,00001$, estadísticamente significativo.

Test de Jack Pie Izquierdo	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Negativo %	0 0,0	0 0,0	1 100,0	1 100,0
No realiza %	41 59,4	28 40,6	0 0,0	69 100,0
Positivo %	5 10,6	17 36,2	25 53,2	47 100,0
TOTAL %	46 39,3	45 38,5	26 22,2	117 100,0

Tabla 26 Relación del Test de Jack y el Tipo de Pie por el Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Los datos fruto del resultado de la investigación en cuanto a los Test Jack, Test de Fonseca e Hiperlaxitud, validados estadísticamente, con llevan a la argumentación de que, en el Pie Plano se puede utilizar como instrumentos de diagnósticos a los Test enunciados, cabe indicar la gran prevalencia de Positividad con los tres tipos de instrumentos diagnósticos; que puede llevar a presagiar que nos encontramos ante un tipo de Pie Normal con una gran laxitud, asintomático y no considerado como patológico.

Relación Índice de Masa Corporal (IMC) con el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo

Se ha tratado de hallar una relación entre las dos variables citadas, por lo cual se ha realizado una tabla comparativa de los dos parámetros, en intervalos de Pie izquierdo y Pie derecho respectivamente con su Índice de Hernández Corvo.

Obteniendo Medidas de Significación válidas; para el Pie Derecho (Chi Cuadrado = 17,4505 y $p = 0,0257$), pero no validadas para el Pie Izquierdo.

Pie derecho

Su medida de análisis más fuerte, se encuentra en relación al Pie Normal y el IMC Normal con 43 estudiantes (51,2%) de su total.

Se debe mencionar una predisposición elevada tanto de Pie Cavo con el IMC Normal en 27 estudiantes (32,1%) y del Pie plano con el IMC Normal en 14 estudiantes (16,7%).

IMC	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Bajo Peso %	2 33,3	1 16,7	3 50,0	6 100,0
Grave Bajo Peso %	2 50,0	2 50,0	0 0,0	4 100,0
Normal %	27 32,1	43 51,2	14 16,7	84 100,0
Obesidad %	0 0,0	0 0,0	2 100,0	2 100,0
Sobrepeso %	5 23,8	14 66,7	2 9,5	21 100,0
TOTAL %	36 30,8	60 51,3	21 17,9	117 100,0

Tabla 27 Relación del Índice de Masa Corporal y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Derecho)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

Pie Izquierdo

Para finalizar en el pie izquierdo, las variables de análisis bajan en cantidad al número de estudiantes prevalentes, pero se mantiene una disposición en porcentajes altas similares a las encontradas en pie derecho.

Su medida más fuerte, se encuentra en relación al Pie Cavo y el IMC Normal con 38 estudiantes (45,2%) del total.

Además se ha podido evidenciar, una predisposición elevada tanto del Pie Normal con el IMC Normal en 30 estudiantes (35,7%) y del Pie Plano con el IMC Normal en 16 estudiantes (19,0%). Aunque el grado estadístico de significación no es real, se observar una tendencia directa entre las variables analizadas, que puede ser fruto de varias causas o efectos (lateralidad, obesidad, sobrepeso), que deberían ser analizadas en futuros estudios.

IMC	Pie Cavo	Pie Normal	Pie Plano	TOTAL
Bajo Peso %	1 16,7	3 50,0	2 33,3	6 100,0
Grave Bajo Peso %	1 25,0	3 75,0	0 0,0	4 100,0
Normal %	38 45,2	30 35,7	16 19,0	84 100,0
Obesidad %	0 0,0	0 0,0	2 100,0	2 100,0
Sobrepeso %	6 28,6	9 42,9	6 28,6	21 100,0
TOTAL %	46 39,3	45 38,5	26 22,2	117 100,0

Tabla 28 Relación del Índice de Masa Corporal y el Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo (Pie Izquierdo)

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Guamaní F.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

La existencia de grandes estudios a nivel mundial sobre el Pie Humano, y sobre todo la evolución en las herramientas de diagnóstico de gran sensibilidad y especificidad, dándole la importancia que se merece a una parte de nuestro cuerpo a veces muy olvidada; resaltada a lo largo del desarrollo de la presente disertación.

Se destaca el gran volumen de estudios a nivel del Pie Plano por ser entre otras cosas uno de los principales motivos de consulta pediátrica, y la poca o nula investigación de estudios en alteraciones estructurales como el Pie Cavo o Pie Equino pediátrico, sin olvidar que en el Ecuador no se encuentran datos propios de la prevalencia de alteraciones estructurales del pie, por tal razón los datos, son tomados de países vecinos o de países que se cree que tienen de igual características demográficas (Colombia, México).

La investigación se ha realizado en una Escuela Fiscal Mixta del Distrito Metropolitano de la Ciudad de Quito, por medio de la valoración clínica – kinésica, sin la determinación de medios causales, puesto que es una de las limitaciones de los estudios de prevalencia, pero en contraposición nos ayudan a determinar, un sin número de posibles hipótesis y una posible planificación para la toma de acciones.

Se debe tomar en consideración que es una escuela fiscal, en donde existe un gran número de hijos/as de migrantes, y además viven en las zonas urbano-

marginales del la ciudad de Quito, datos antecedentes para proseguir con el análisis de los resultados que se ha encontrado.

El gran realce que se debe señalar, es en relación a la gran prevalencia estadísticamente significativa del Pie Cavo de 35.05% promedio del pie izquierdo y del pie derecho, encontrada en la muestra en estudio de 117 estudiantes del plantel, cuyas edades se encontraban entre 6 a 8 años de edad, en comparación con el resto de variables determinadas con el Índice de Hernández Corvo (Pie Normal, Pie plano, etc.); que no concuerda con estudios similares realizados, en donde la prevalencia de Pie Plano es del 23% según Harris y Beath y además se presenta en mayor número que las otras alteraciones estructurales del pie, se debe señalar que son estudios realizados en población no Americana en la mayoría de los casos. Por otro lado bibliografía determina que el Pie Cavo tiene como factor predictor a la herencia y alteraciones neuromusculares.

Por el gran porcentaje de Pie Cavo Infantil en la muestra estudiada, se determinó la ejecución del Test de Schober Modificado⁴⁵, que puede corroborar la hipótesis de una posible consecuencia del Pie Cavo Infantil, por una contractura de la Cadena Maestra Muscular Posterior, descrita como “Circuitos en continuidad de dirección y de planos a través de los cuales se propagan las fuerzas organizadores del cuerpo”⁴⁶, y que se encuentra formada por los músculos espinales, pélvicos trocantéreos, glúteo mayor en la porción profunda, isquiosurales, poplíteo, tríceps sural, soleo, flexores plantares y flexor corto. En la realización del Test Schober Modificado, se determinó como positivos 23 estudiantes de un total de los 27 estudiantes diagnosticados con Pie Cavo bilateral, de 36 estudiantes con Pie Cavo en pie derecho y 46 estudiantes con Pie Cavo en pie izquierdo.

Se deja en claro que esta variable no forma parte del análisis estadístico del estudio, más aún, se observó la necesidad de su elaboración, como una de las posibles consecuencia de la prevalencia de Pie Cavo Infantil, conjuntamente con

⁴⁵ Martha, V. Posturología Clínica en la Evaluación de Riesgos Individuales. [En línea] Disponible: < <http://www.semac.org.mx/archivos/7-4.pdf> > [Fecha de consulta: 2011-03-11].

⁴⁶ Busquet, L. (2005). Cadenas Musculares: tronco, columna cervical y miembros superiores. Tomo I. Séptima Edición. Barcelona Editorial Paidotribo.

un apoyo supinador, más la predisposición a unas piernas arqueadas en forma de “O”, lo que provoca una distribución del peso corporal sobre el borde externo del pie, por toda la argumentación menciona; se espera que sea motivo de nuevas investigaciones científicas de análisis de causalidad.

Consecuentemente tomando como base los datos fruto de la investigación y su respectivo análisis estadístico, se ha llegado a concluir lo siguiente:

- Ninguno de las Formas del Pie (Pie Egipcio, Pie Normal, Pie Griego), conllevan al apareamiento de cualquiera de patologías estructurales del pie.
- Los valores preestablecidos por IMC, lograron evidenciar una prevalencia de Obesidad y Sobrepeso de 19,6%, concordando con los datos de la OMS, que menciona el aumento progresivo de la obesidad infantil actual.
- Se determinó la prevalencia del Pie Cavo (35.05%), superando en un 15% al Pie Plano en la muestra en estudio, por lo cual debería ser motivo de investigaciones, que permitan dar una relación de causalidad.
- La determinación del Tipo de Pie, según el Índice de Hernández Corvo, sean estos Pie Plano, Pie Cavo o Pie Normal, conlleva a un diagnóstico de bilateralidad. Es decir que si se encuentra un Pie Cavo Derecho, se deberá encontrar, con una gran frecuencia Pie Cavo Izquierdo.
- El Género es el factor de distribución y control más fuerte para determinar la predisposición a Pie Plano, Pie Cavo y Pie Normal.
- El Género determinó que el Pie Cavo es dependiente del Género Femenino y el Pie Plano es dependiente del Género Masculino.
- En el Grupo Étnico indígena se demostró un pie normal del 100% del pie derecho y del 66,7% en el pie izquierdo, variable dependiente del tamaño de la muestra.

- De los casos determinados como Pie Plano se ha encontrado una asociación fuerte con el factor Desvío del Talón en Valgo. Estableciendo un porcentaje del 54,2% en el Género Masculino y del 100% en Género Femenino.
- El Tipo de Pie Plano o Pie Cavo, no determina la prevalencia de dolor.
- El Test de Fonseca, Test de Jack e Hiperlaxitud, son instrumentos de análisis diagnóstico del Pie Plano.
- Por medio del IMC se pudo evidenciar una mayor tendencia a las diferentes alteraciones estructurales del pie en relación a los/as niños/as que poseían un IMC Normal, por tal motivo se puede enunciar, que no existe una predisposición fuerte del IMC con una alteración en el Pie en específico, sean estos Pie Plano o Pie Cavo.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda capacitar a todo el personal a cargo de los/as niñas/as y comunicar a la familia sobre la historia natural de las alteraciones a nivel del pie, la frecuencia de enfermedades producidas por estas alteraciones, así como ofrecerles información apropiada sobre los beneficios de la detección oportuna y un posible tratamiento adecuado.
- Se recomienda un seguimiento de los/as niños/as con alteraciones estructurales del pie encontrados/as en el estudio y que pueden ser susceptibles de un plan de tratamiento conservador, para un análisis a largo plazo de las mejorías alcanzadas en cuanto a su restablecimiento a un pie equilibrado.
- Se recomienda integrar como parte del programa curricular de Educación Física, una serie de ejercicio y actividades que permitan al niño/a mantener un grado de flexibilidad plantar adecuado, ya que un pie rígido

en todas las alteraciones estructurales del pie son de difícil manejo y de un pronóstico poco alentador.

- Se sugiere la utilización de un calzado adecuado para las prácticas deportivas y diarias, ya que aunque no fue motivo de evaluación en el estudio se pudo evidenciar la falta de información apropiada para su elección, que debería estar de acuerdo a la Forma del Pie (Egipcio, Griego, Romano). Proveer la información adecuada al personal docente encargado de la Área de Educación Física para su posible intervención, tomando en cuenta el nivel socio-económico de los/as niños/as.
- Aplicar la guía educativa en las alteraciones en caso de Pie Cavo y Pie Plano, elaborada como parte de la presente disertación, instrumento complementario en el tratamiento fisioterapéutico e incentivar a la formación a futuro de un pie equilibrado, evitando alteraciones en las demás estructuras anatómicas tanto adyacentes como lejanas.
- Se recomienda a la Unidad de Salud a cargo del plantel educativo una valoración periódica del pie, para la detección oportuna y precoz de alteraciones estructurales del pie que puedan afectar al normal desarrollo del niño/a, teniendo en cuenta que un descubrimiento temprano de alguna patología, esta puede ser motivo de reversión con tratamiento conservador.
- Se propone la utilización de los Patrones de Crecimiento de la OMS, para la detección oportuna de una alteración en el desarrollo normal del niño/a, ya que se evidenció un cambio radical en la prevalencia de Bajo Peso por Obesidad y Sobrepeso, que aunque no se pudo comprobar una dependencia con las alteraciones estructurales del pie mencionadas, se debe tener en cuenta que el pie infantil es un pie en desarrollo y susceptible de adaptaciones.

- Se recomienda la valoración del pie infantil en una muestra de mayor número de participantes en relación al Grupo Étnico, para la determinación de su prevalencia, por la diversidad cultural que se presenta el Ecuador.
- Se invita a la elaboración de nuevos estudios del pie, cuyo objetivo primordial sea la identificación de causalidad, sobre todo con el afán de un perfeccionamiento de la interpretación diagnóstica de las posibles causas de una alteración del pie.
- Se pone a consideración a la PUCE la gran escasez de este tipo de estudios en el medio ecuatoriano, por lo cual se invita a incentivar en la comunidad estudiantil a la realización de investigaciones sobre el pie humano y su trascendencia en la población ecuatoriana para llegar a la ejecución de posibles intervenciones a nivel local y nacional.

6. BIBLIOGRAFÍA

Textos

1. Antón Tudor, Lana Ruzic, Branko Sestan, Luka Sirola, Tomislav Prpic. Flat-Footedness Is Not a Disadvantage for Athletic Performance in Children Aged 11 to 15 Years. Pediatrics Volume 123, Number 3, March 2009
2. Antonio Frías Osuna. Salud pública y educación para la salud. Editorial Masson S.A. Edición 2000.Barcelona – España. Pág. 129-130
3. Arcas Miguel A. (2004). Manual de Fisioterapia Módulo I. Primera Edición. Madrid. Editorial Mad S.L
4. Arcas Miguel A. (2004). Manual de Fisioterapia Módulo II. Primera Edición. Madrid. Editorial Mad S.L.
5. Busquet, L. (2005). Cadenas Musculares: tronco, columna cervical y miembros superiores. Tomo I. Séptima Edición. Barcelona Editorial Paidotribo.
6. Bustamante, A. (1995). Diseño Ergonómico: En la prevención de la enfermería laboral. Primera Edición. Madrid. Editorial Ediciones Díaz de Santos S.A.
7. Cailliet, R. (2006). Anatomía Funcional, Biomecánica. Primera Edición. Madrid. Editorial Marbán Libros.
8. Carla Gabrielli, Enrique Olave, Mariano Del Sol, Eduardo Mandiola, Celio F.S. Rodríguez. Superficial plantar arch in man: Anatomical and coparative characteristic. Revista Chilena de anatomía. Volumen.17 Numero.2 Temuco
9. Dorsey S. Williams Iii, Mcclayi. Effect of inverted orthoses on Lower-Extremity Mechanics in Runners. Med. Sec. Sports Exer.Vol.35 N° 12, pp 2060. 2003
10. Francisco, C. (2008). Biomecánica del Pie. Primera Edición.
11. Inarritu A. Pie plano. Revista de Traumatología- Ortopedia 1997: México
12. José Jesús Larrondo Casas, José Luis Navarro, Gabriel Herrera. Pie plano en el niño y acortamiento del soleo y gemelos. Revista Mexicana de Traumatología y Ortopedia. 1999. Páginas 74-76

13. Kapandji, I. Fisiología Articular. Quinta Edición. Tomo II. España. Editorial Panamericana.
14. Langman, J. Embriología Médica. Edición onceava 2010. Barcelona. Editorial Wolters Kluwer Lippincott Williams Wilkins.
15. Miralles, R. (2007). Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Tercera Edición. Barcelona. Editorial. Masson S.A.
16. Moisés Pardos, Eduardo Sala. Kinematic Study of the effect of the orthosis in the internal rotation of the leg in a child with flexible flat foot. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. Vol. 3. 2009. Pag15-34
17. Moore, K. Embriología Clínica. Edición Séptima 2004. Editorial ElSiever. España
18. Moreno de la Fuente, J. (2003). Podología General y Biomecánica. Primera Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.
19. Núñez Samper, (2007). M. Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie. Segunda Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.
20. Rouviere, H. Compendio de Anatomía y disección. Edición 2da reimpresión 1984. Barcelona-España Editorial Salvat.
21. Sastre Fernández, S.(1991). Fisioterapia del Pie: Podología Física. Primera Edición. Barcelona. Editorial Universitat de Barcelona.
22. Sociedad Española de cirugía ortopédica y traumatología. (2010). Segunda Edición. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
23. Sociedad Española de Reumatología. (2005). Monografías SER. Primera Edición Barcelona. Editorial Médica Panamericana.
24. Taylor, R. (2006). Medicina de Familia Principios y Práctica. Sexta Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.
25. Viladot, A. (2001). Patología del Antepié. Cuarta Edición. Barcelona. Editorial Springer.
26. Viladot, A. (2002).Quince Lecciones Sobre Patología Del Pie. Segunda Edición. Barcelona. Editorial Masson S.A.

Fuente Internet

1. Alejandro Baar Z, Angélica Ibáñez L, Natalia Gana A. A. Pie plano flexible: ¿Qué y por qué tratar? Sociedad Chilena de Pediatría. 2010
2. Biomecánica de la Marcha [En línea] Disponible: < http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/.../capitulo3.pdf> [Fecha de consulta: 2011-01-22].
3. Burns J, Landorf KB, Ryan MM, Crosbie J, Ouvrier RA. Intervenciones para la prevención y el tratamiento del pie cavo. La Biblioteca Cochrane Plus, 2008. Número 4.
4. Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes. [En línea] Disponible: < <http://revista.eia.edu.co/articulos6/Articulo4.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
5. Elena Calleja Robledo. Fisioterapia De Las Patologías Del Pie. [En línea] Disponible: < <http://www.efisioterapia.net/descargas/pdfs/317-efisioterapia.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
6. Fórmula metatarsal y valor predictivo en los trastornos de la marcha. [En línea] Disponible: < http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-1203107-120400/AOA_TESIS.pdf> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
7. Gabriel Rada. Estudios descriptivos: Tipología. [En línea] Disponible: < <http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/epiDesc4.htm>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
8. González de Aledo Linos, A. Rollán Rollán, C. Bonilla Miera, A. Montes Conde, M.C. Diego Santamaría, M. Obeso García. Resultado del screening con podoscopio en 948 niños no seleccionados con especial referencia al pie cavo. [En línea] Disponible: < <http://www.aeped.es/sites/default/files/anales/45-6-5.pdf> > [Fecha de consulta: 2011-05-24].
9. Huertas C, Mansat C. El Pie. [En línea] Disponible: < <http://www.pedi-relax.com/img/PDF/01.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
10. Martha, V. Posturología Clínica en la Evaluación de Riesgos Individuales. [En línea] Disponible: < <http://www.semec.org.mx/archivos/7-4.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
11. Morán, J. La Observación. [En línea] Disponible: < <http://www.eumed.net/ce/2007b/jlm.htm>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
12. Osteotomía modificada de Evans para el tratamiento quirúrgico del pie plano valgo adquirido [En línea] Disponible: <

- <http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/41/41v16n03a13111760pdf001.pdf>. [Fecha de consulta: 2011-05-24].
13. Patrones de Crecimiento Infantil OMS. [En línea] Disponible: < http://www.who.int/childgrowth/standards/imc_para_edad/es/index.html> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
 14. Pie cavo y Pie Zambo. [En línea] Disponible: < <http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/cavozambo/cavozambo.htm>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
 15. Pie cavo. [En línea] Disponible: < <http://www.cto-am.com/cavo.htm>> [Fecha de consulta: 2011-02-05]
 16. Pie plano flexible Dr. CG García Fontech [En línea] Disponible: < http://www.traumatologiainfantil.com/es/pie/pies_planos?PHPSESSID=00b10bad03609730dec400dfdb21ed78> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
 17. Población y Muestra. [En línea] Disponible: < http://www.foroswebgratis.com/mensaje-re_poblaci%C3%B3n_y_muestra-46285-305687-1-926136.htm> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
 18. Romero B, Ferrádiz M. Áreas, líneas, proyectos de investigación desarrollados en los trabajos de grado presentados por los estudiantes de la Carrera Educación Integral del Centro Local Metropolitano. [En línea] Disponible: < <http://www.biblo.una.edu.ve/ojs/index.php/AEI/article/view/782/751>> [Fecha de consulta: 2011-05-24].
 19. Sachithanandam V, Joseph B. The Influence of Footwear on the Prevalence of Flat Foot. Department Of Orthopaedics, Kasturba Medical College, Manipal, India. Pubmed.2006
 20. Sección de Ortopedia Infantil Hospital Virgen Del Camino Pamplona [En línea] Disponible: < <http://www.anpenavarra.org/documentos/protocolos/alteraciones%20de%20pies%20.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].
 21. Sistema Somato Sensorial [En línea] Disponible: < <http://insn.die.upm.es/docs/tacto.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-01-14].
 22. Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría [En línea] Disponible: < <http://www.sefip.org/index.php/noticias/documentos-para-descargar/85-pie-plano-infantil>> [Fecha de consulta: 2011-04-12].
 23. Valoración del fotopodograma. [En línea] Disponible: < <http://www.uclm.es/PROFESORADO/xaguado/ASIGNATURAS/BMD/3-PRACTICAS/Pr%1ctica2%BA-02.pdf>> [Fecha de consulta: 2011-03-11].

7. ANEXOS

ANEXO1

Ficha de evaluación. Autores Lic. Silvia Varela y Franklin Guamaní V.

Ficha Evaluación						
Plantigrama						
Fecha:.....						
Nombre del paciente:.....Fecha de nacimiento:.....						
Raza.....Peso.....(kg) Talla.....(cm)						
Valor de Z.....IMC.....						
Sexo M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>						
Seleccione con un X						
Tipo de pie:						
Presenta						
Griego	<input type="checkbox"/>					
Romano	<input type="checkbox"/>					
Egipcio	<input type="checkbox"/>					
Tipos de dedos:						
	Presenta	Derecho	Izquierdo			
Martillo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
En garra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Observaciones:.....						
	SI	NO	Derecho	Izquierdo		
Hallux Valgus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dolor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Callosidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Sudoración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Desviación del apoyo del talón (visión posterior)						
	Izquierdo			Derecho		
Varo	Alineado	Valgo		Varo	Alineado	Valgo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Derecho		Izquierdo
	X (cm)	
	Y (cm)	
	ay (cm)	
	ta (cm)	
	Longitud del pie (cm)	
	% X	

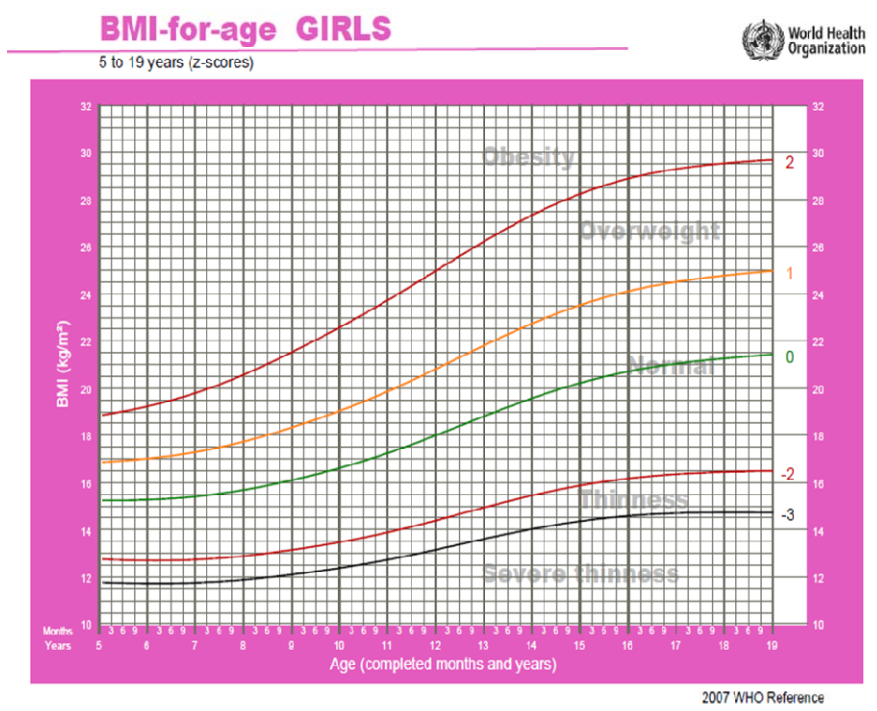
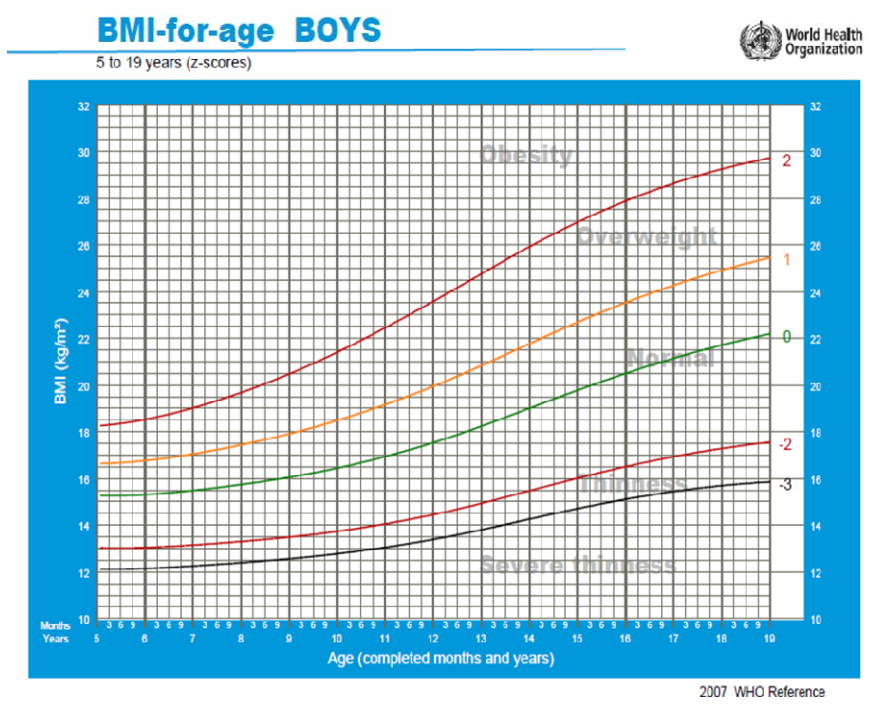
Test pie plano	Positivo	Negativo	No realiza
Test Fonseca			
Test Jack			
Hiperlaxitud			

	1º	2º	3º	4º	5º	Dedos
Apoyo de dedos						/10 derecho
	3	2	2	2	1	Valores Normales
						/10 izquierdo

Nombre del evaluador.....

Anexo 2

Curvas del IMC en niños/as, según la OMS



Anexo 3

Formato de la Base de Datos Epi - Info 2002

Página 1

1 Page
2 Page

Add Page
Insert Page
Delete Page
Program

Editing a View
pieplano

File Edit View Insert Format Tools Help

FICHA DE EVALUACION PLANTIGRAMA

NOMBRE FECHA

EDAD Valor de Z IMC

SEXO

RAZA

PESO

TALLA

TIPO DE PIE

Tipos de dedos derecha Tipos de dedos izquierdo

INFORMACION DIAGNOSTICA

Hallux Valgus DERECHO Hallux Valgus IZQUIERDO

Sudoración

Callosidades DERECHO Callosidades IZQUIERDO

Dolor DERECHO Dolor IZQUIERDO

Desvío del talón DERECHO Desvío del talón IZQUIERDO

Página 2

1 Page	File	Edit	View	Insert	Format	Tools	Help
2 Page							
	5. HUELLA PLANTAR						
	5.1 PORCENTAJE DER X		5.2 PORCENTAJE IZQ X				
	Ancho del pie derecho		Ancho del medio pie derecho		Itmo del pie derecho		Ancho del talón derecho
	Longitud del Pie derecho						
	Ancho del pie izquierdo		Ancho del medio pie izquierdo		Itmo del pie izquierdo		Ancho del talón izquierdo
	Longitud el pie izquierdo						
	6. TEST DE PIE PLANO						
	6.1 Test de Fonseca		6.2 Test de Jack		6.3 Hiperlaxitud		
	7. APOYO DE DEDOS						
	7.1 APOYO DE DEDOS DER PUNTUACION		7.2 APOYO DE DEDOS IZQ PUNTUACION				
	EVALUADOR						

Editing a View
pieplano

Anexo 4

Representación Gráfica de la Huella Plantar con Mediciones Pie Plano



Anexo 5

Representación Gráfica de la Huella Plantar con Mediciones Pie Cavo

